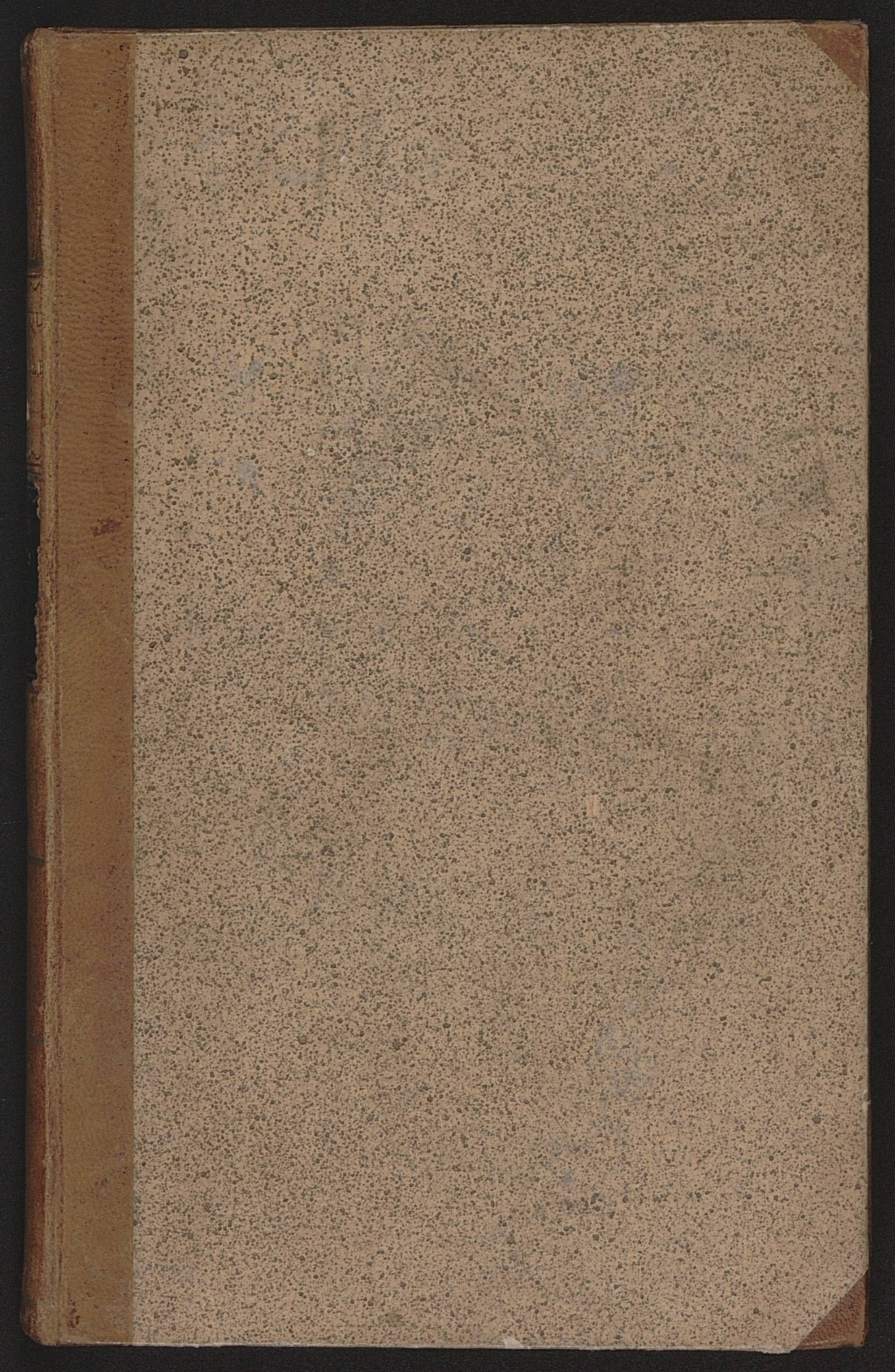
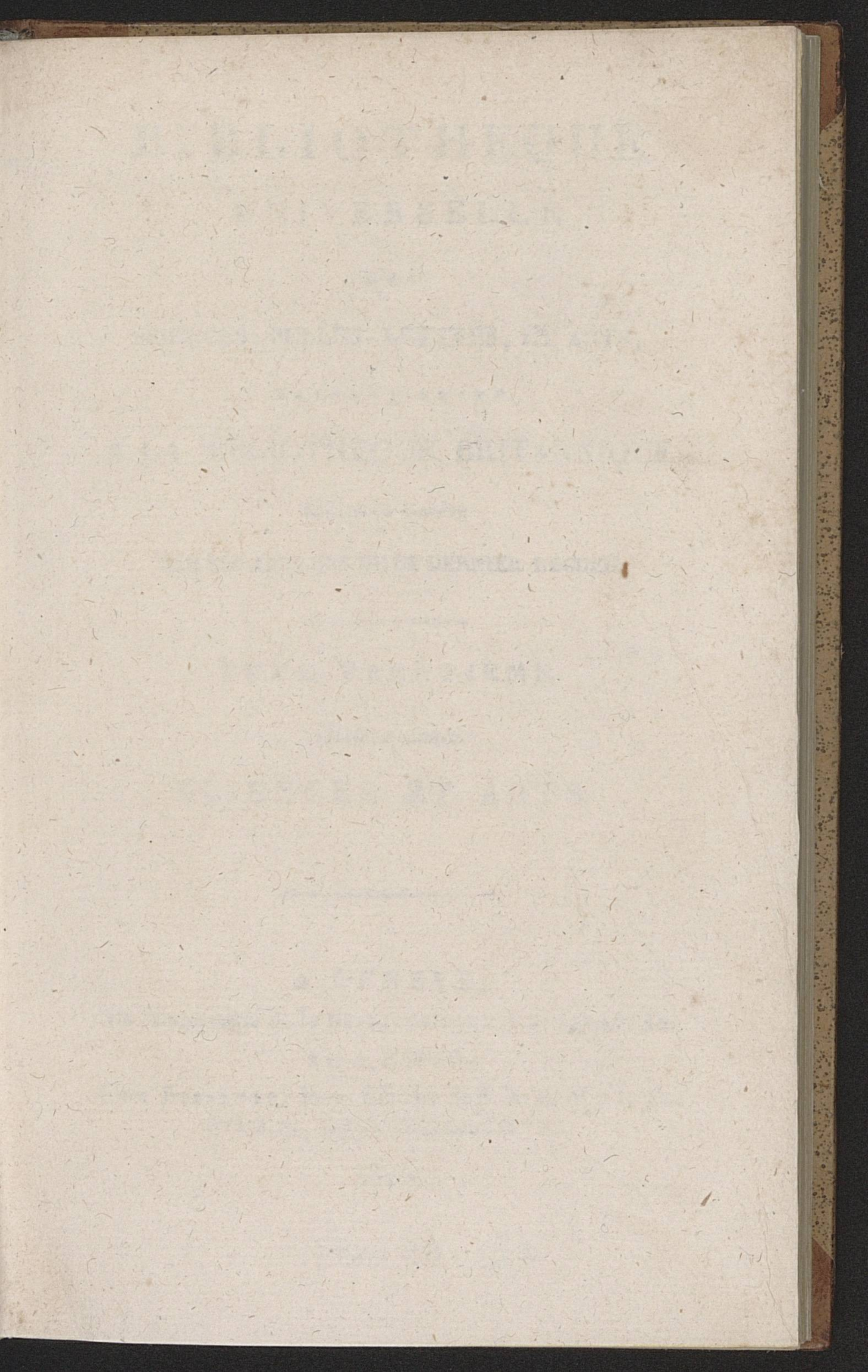
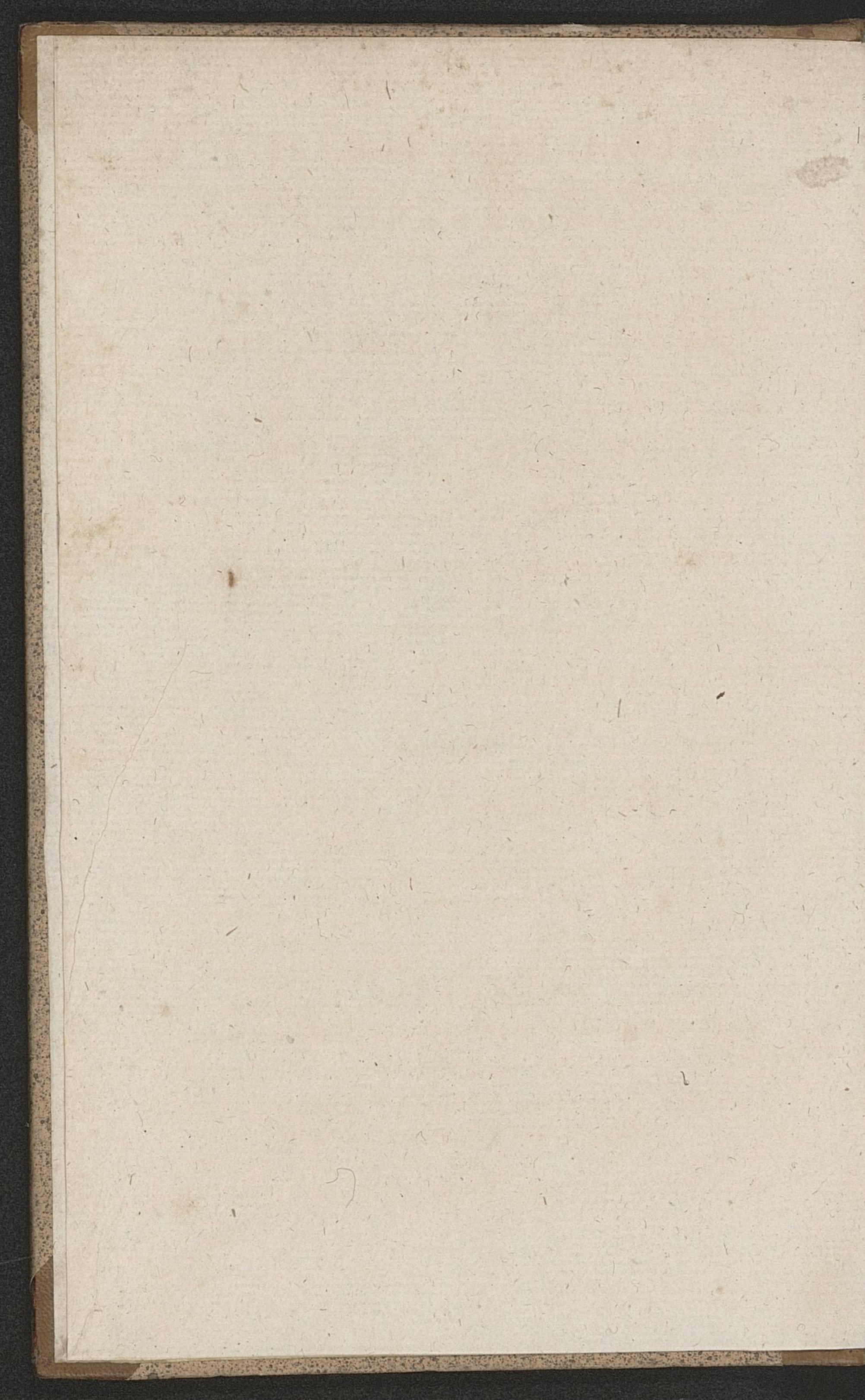






BIBLIOTHEQUE
UNIVERSELLE
DES
SCIENCES, BELLES-LETTRES, ET ARTS,
FAISANT SUITE
A LA BIBLIOTHEQUE BRITANNIQUE
Rédigée à Genève
PAR LES AUTEURS DE CE DERNIER RECUEIL.

TOME TRENTIÈME.

Dixième année.

SCIENCES ET ARTS.

A GENEVE,
De l'Imprimerie de la BIBLIOTHÉQUE UNIVERSELLE.
ET A PARIS,
Chez BOSSANGE, Père, Libraire de S. A. R. M.gr le Duc d'Orléans, rue de Richelieu, N.° 60.
1825.

ASTRONOMIE.

Description d'un grand télescope dioptrique construit par Mr. J. Fraunhofer pour l'Observatoire de Dorpat; suivie de quelques détails sur l'arrivée et l'établissement de cet instrument dans cet Observatoire. (*Astron. Nachrichten*, N.° 74, 75 et 76).

(*Extrait*).

Au point où le génie des savans de ce siècle et du précédent a porté l'astronomie théorique, on pourroit presque dire qu'il n'y a plus lieu d'attendre de grands progrès dans cette branche sublime de nos connoissances: les travaux qui s'y rapportent, se bornent actuellement au perfectionnement ou à la simplification de quelques méthodes de calcul; et à moins qu'on ne prétende remonter aux causes mêmes de la gravitation, on doit reconnoître que le champ est à-peu-près parcouru. Il n'en est pas de même de l'astronomie pratique, ou pour mieux dire, de l'observation du ciel: ici le champ est encore aussi vaste que le firmament lui-même; en voyant ce qu'on a découvert depuis quelques années, on devine tout ce qu'il y a encore à explorer; en considérant le développement qu'ont déjà pris nos moyens de pénétrer dans les profondeurs de l'espace, on est plus frappé de ce que ces moyens ont encore de défectueux: les efforts sont d'autant plus énergiques, que la curiosité est plus vivement excitée, et cette ardeur d'investigation

fait prévoir chaque jour de nouveaux succès. Dans cet état de choses, les astronomes n'ont pu voir sans un grand intérêt les progrès qui ont été faits depuis quelques années dans la fabrication des verres et la construction des télescopes dioptriques : ils ont suivi avec attention les perfectionnemens obtenus par MM. Cauchoix, Lerebours, et Fraunhofer, dans le travail des excellens verres fondus par feu Mr. Guinand. Les beaux résultats des procédés de ce dernier artiste pour la fabrication des grandes lentilles achromatiques (procédés qui, heureusement pour la science, paroissent avoir été transmis dans leur entier à Mr. Guinand le fils), et la perfection rare des instrumens qui sortent des ateliers de Bénedictbauern, se réunissent maintenant pour ouvrir comme une ère nouvelle d'observations célestes. On lira donc sans doute avec plaisir la description du superbe instrument qui a été construit en 1824, par Mr. Fraunhofer, pour l'observatoire impérial de Dorpat : c'est le plus grand qu'il ait fabriqué, et sa structure est neuve, sous plusieurs rapports importans. La description est de l'auteur luimême, et elle est précédée de quelques considérations générales sur la comparaison des deux classes de télescopes, qui ont d'autant plus de prix, qu'elles sont le fruit de la longue expérience d'un homme consommé dans son art. Ce Mémoire fut lû dans l'Académie des Sciences de Munich, il y a environ un an. Nous y avons joint quelques détails, sur l'arrivée et l'établissement de l'instrument à Dorpat, ainsi que sur les premiers essais qu'on en a faits : ces détails ont été consignés dans le même journal que la description de Mr. Fraunhofer, par Mr. W. Struve, astronome de l'observatoire russe de Dorpat.

« Les plus grands télescopes qui aient été construits jusqu'à ce jour, » dit Mr. Fraunhofer, « étoient des télescopes à miroirs métalliques. Comme les miroirs métalliques les

plus parfaits ne réfléchissent qu'une foible portion de la lumière incidente, et absorbent le reste, les télescopes catoptriques, pour produire un effet suffisant, ont dû être faits sur des dimensions considérables; et même alors, la lumière qui parvenoit à l'œil de l'observateur avoit peu d'intensité. De plus, l'aberration des rayons réfléchis, occasionnée par la forme sphérique du miroir, aberration qui est loin d'être insensible, ne peut pas être écartée. Ces raisons et d'autres semblables, ont fait qu'on n'a pu employer avec avantage les télescopes catoptriques aux observations qui appartiennent à l'astronomie mathématique, par exemple à l'usage des lunettes méridiennes. »

»Le verre, au contraire, transmet presque toute la lumière incidente: et la combinaison du flint et du crown-glass corrige, non-seulement l'aberration de réfrangibilité, mais encore celle de sphéricité par réfraction: de là vient que l'effet obtenu par le moyen des télescopes dioptriques, est incomparablement plus grand que celui des télescopes à miroirs. Ce motif et celui de leur structure qui les rend propres à toute espèce d'observation, ont introduit l'usage de ces instrumens dans toutes les observations astronomiques. »

»Quoique les télescopes dioptriques achromatiques soient petits lorsqu'on les compare aux télescopes catoptriques, ils ont cependant, sous plusieurs rapports, rendu de plus grands services que ces derniers. La plus forte épreuve à laquelle on puisse soumettre un télescope est, comme on sait, l'observation des étoiles doubles; or ici l'avantage des instrumens dioptriques sur les autres, paroît dans tout son jour. Ainsi au moyen d'une lunette achromatique de Benedictbauern, munie d'un objectif de quatre pouces, Bessel a reconnu que l'étoile ξ du *Bouvier* que Herschell avoit rangée dans la quatrième classe, en l'observant avec son grand télescope, devoit appartenir aussi à la première classe des étoiles

doubles, parce qu'il distingua, auprès de l'étoile principale, une autre étoile que celui-ci n'avoit pas aperçue. Plusieurs autres étoiles fixes, qui avoient été très-souvent observées, ont été reconnues doubles en dernier lieu, à l'aide des lunettes achromatiques. »

»On sait que l'effet des lunettes ne se mesure pas sur leur longueur, mais sur le diamètre de l'ouverture de leur objectif; ensorte que, de deux instrumens également soignés, celui qui a un objectif double de celui de l'autre, a un effet deux fois plus grand que ce dernier. Mais la difficulté de faire de grands télescopes achromatiques aussi parfaits que les petits, croît, non pas dans le rapport simple du diamètre de l'objectif, mais dans celui du cube de ce diamètre. Ces obstacles n'ayant pu être surmontés jusqu'à présent, les télescopes à objectifs de plus de quatre pouces, qu'on a voulu construire, étoient moins parfaits que ceux-ci; et même quand on a voulu atteindre certaines dimensions beaucoup plus considérables, l'effet a été en décroissant. La difficulté étoit que le verre dont on faisoit les objectifs, n'étoit pas aussi pur qu'il l'auroit fallu. Le flint-glass anglais a des veines ondulées, qui dispersent irrégulièrement la lumière réfractée. Comme le nombre de ces veines augmente avec la grandeur et l'épaisseur des lentilles, l'effet des objectifs faits avec ce verre, diminue au lieu de s'accroître avec leur diamètre. Le crown-glass anglais, ainsi que toutes les autres sortes de verres dont on s'est servi jusqu'à présent, est parsemé de ces mêmes veines, qui, si elles ne sont pas apercevables à l'œil nu, se manifestent par l'inégale réfraction et la fausse direction qu'elles impriment aux rayons lumineux. Le flint et le crown-glass de Bavière sont exempts de ces veines et partout également denses. Le flint-glass se distingue du verre ordinaire, principalement par un plus grand pouvoir dispersif: dans le flint-

glass anglais ce pouvoir est à celui du verre commun comme 3 : 2 ; dans celui de Bavière, il est comme 4 : 2 ; ce dernier l'emporte donc sur le premier, sous le point de vue de la dispersion, dans le rapport de 4 à 3. »

» Jusqu'à présent on n'a point préparé les objectifs achromatiques d'après des principes théoriques bien établis, et on a dû s'en remettre, dans certaines limites, à une chance favorable : on tailloit donc un grand nombre de verres, et on choisissoit ceux dans lesquels les défauts se compensoient le mieux. La chance de rencontrer cette condition est beaucoup plus foible pour les grands objectifs que pour les petits : des objectifs de moyennes dimensions ne sont que rarement parfaits ; et même avec de bon flint-glass, on ne pouvoit songer, au moyen de ce procédé, à obtenir de grands objectifs achromatiques. Les principaux motifs qui faisoient qu'on s'en tenoit à ces moyens étoient les suivans ;—1.° la théorie des objectifs achromatiques étoit encore imparfaite ;—2.° le pouvoir refringent et dispersif des diverses sortes de verres, qui pour cet objet doit être bien connu, ne pouvoit être suffisamment déterminé par les méthodes employées jusqu'à présent ;—3.° les procédés dont on se servoit pour tailler et polir les verres, n'étoient pas assez bien fondés sur la théorie, pour écarter toute *indistinction*. »

» Les divers obstacles qui viennent d'être énumérés, et un grand nombre d'autres, ont été ici heureusement surmontés, en partie par des inventions empiriques, et en partie par des découvertes, auxquelles conduisoient des recherches sur ce sujet. Je trouverai peut-être une autre occasion, de m'étendre davantage sur cette matière (1). »

---

(1) Un journal anglais (*Edinb. J. of Sc.*) dans une courte notice sur le télescope de Dorpat, semble croire que l'objectif ré-

» L'objectif de l'instrument construit pour l'observatoire de Dorpat, a cent huit lignes de Paris d'ouverture, et cent soixante pouces de distance focale (1). L'effet d'un télescope s'apprécie le mieux lorsqu'on le compare avec un autre dirigé sur le même objet. Le plus grand obstacle que l'on rencontre avec de grands télescopes, c'est la transparence imparfaite et le mouvement ondulatoire de l'air. Lorsqu'on se sert d'instrumens de grandes dimensions, ces désavantages croissent comme le carré du diamètre de l'objectif; mais l'effet de la lunette ne croît que dans le rapport simple de ce diamètre : il résulte de là que dans plusieurs occasions où le ciel paroît serein et l'air assez transparent, on ne peut point observer avec les grands télescopes. Comme il n'y a qu'un petit nombre de jours dans l'année, où l'atmosphère se montre parfaitement transparente, dans toute son étendue, on choisit pour éprouver la force d'un télescope, un objet terrestre convenablement placé pour être observé; parce que, dans ce cas, la couche d'air interposée est moins considérable, et que par conséquent l'imperfection de sa transparence est moins nuisible. Les essais faits de cette manière, ont montré que la force de l'instrument dont il s'agit ici, croît en raison des diamètres de ses objectifs, comme on pouvoit s'y attendre. Il seroit trop long de décrire les procédés, qui ont été

---

marquable qui entre dans sa construction, sort des creusets de Mr. Guinand. Comme Mr. Fraunhofer ne fait ici aucune mention de cette circonstance, nous ne pouvons savoir si l'opinion du rédacteur de ce journal est bien fondée. (R)

(1) Le tube de ce télescope qui, comme on voit, est long de 13 p., est de sapin revêtu de mahogany. Le poids total de l'instrument avec son pied, est de 3000 livres russes.

employés pour amener les axes des verres exactement sur la même ligne, pour annuller l'effet des dilatations et contractions de la monture de l'objectif par diverses températures, etc. Aucune de ces attentions n'a dû être négligée, pour s'assurer qu'on obtenoit de l'instrument tout l'effet possible. »

» Une des plus grandes difficultés qu'on ait jusqu'à présent rencontrées dans l'emploi des grands télescopes pour les observations astronomiques, c'est le mouvement diurne apparent des étoiles ; mouvement qui augmente dans le rapport des dimensions de l'instrument, et qui est assez considérable dans les étoiles situées vers l'équateur, pour qu'elles ne demeurent qu'un temps très-court dans le champ d'un télescope de première force, et ne fassent pour ainsi dire, que le traverser rapidement. Quelque doux que soit le mouvement imprimé au télescope au moyen des vis, pour suivre l'astre, il en résulte toujours de petites oscillations qui croissent encore avec les dimensions de l'instrument : et avant que la lunette se retrouve en repos, l'étoile a déjà traversé tout le champ ; ensorte que c'est seulement par hasard et pour un instant, qu'on peut la voir dans des circonstances favorables. Ces circonstances se rencontrent d'autant plus rarement, qu'une étoile, pour être observée avec une grande précision, doit être au centre du champ de vision. On ne peut surmonter cette difficulté qu'en donnant au télescope un mouvement indépendant de la main de l'observateur et analogue à celui de l'astre observé ; qu'il soit lent comme celui des étoiles circompolaires, ou très-rapide comme celui des étoiles équatoriales. »

» Pour arriver à ce but, le grand télescope de Dorpat a été monté parallatiquement, mais d'une manière particulière. L'un des deux axes principaux autour desquels il se meut, est incliné à l'horizon parallèlement à l'axe terrestre, de

manière que son prolongement passe par le pôle. L'autre, appelé *axe de déclinaison*, est exactement perpendiculaire au premier qui porte le nom d'*axe horaire* (1). Par cette disposition, quelle que soit l'étoile vers laquelle le télescope soit dirigé, il suffit que l'axe horaire soit mû d'un mouvement tel, qu'il fasse comme la terre, un tour en 24 heures; de cette manière, l'étoile reste dans le champ de la lunette, tant qu'elle est sur l'horizon. Ce mouvement est communiqué à l'axe horaire par un appareil, semblable à une horloge, composé de deux parties distinctes; la première sert à surmonter par des poids, les frottemens et l'inertie d'une masse de quelque quintaux; la seconde sert à régler la marche du mouvement. Pour ce dernier objet, on ne pouvoit employer, ni un pendule ordinaire, ni un balancier, parce qu'ainsi le mouvement eût été par secousses, au lieu d'être continu. En conséquence on y a adapté pour régulateur, un pendule centrifuge, qui tourne sans interruption et toujours dans le même sens, dans un cône creux. La marche du télescope n'est pas même troublée lorsqu'on remonte les deux poids de l'horloge. L'instrument peut être arrêté, puis remis en mouvement, sans le moindre préparatif, et sans que l'horloge cesse de cheminer. On peut, par le moyen des vis, le mouvoir doucement à la main en tout sens: on peut encore, à chaque instant, accélérer ou ralentir la marche de l'horloge, seulement en tournant un disque en spirale, d'un degré de la division qu'il porte. Entr'autres avantages de cet appareil, il faut remarquer celui-ci; c'est que si une étoile n'est pas précisément au point le plus favorable du champ de vision, elle y est amenée par le mouvement de l'horloge; ce qui est fort utile dans les observations micro-

---

(1) Ces deux axes sont d'acier et longs de 39 pouces.

métriques, et ne peut s'obtenir d'aucune autre manière. Ce disque spiral permet aussi de donner à l'instrument un mouvement en accord avec celui de la lune. »

« Pour qu'il soit possible de donner au télescope un mouvement uniforme, il faut que, dans toutes ses positions, il soit exactement équilibré à l'égard de ses deux axes principaux : et les moyens employés pour le contre-balancer ne doivent pas empêcher que l'instrument ne puisse être dirigé vers tous les points du ciel. Relativement à l'axe de déclinaison, le télescope, qui est monté en dehors du centre, est équilibré par deux poids fixés auprès de l'oculaire, à deux tubes coniques du laiton; il est balancé autour de son axe horaire, au moyen de deux autres poids, dont l'un est immédiatement attaché à l'axe de déclinaison, et l'autre est porté par un bras d'une forme particulière Un cinquième poids égalise la pression de l'axe horaire sur toute la longueur de son encastrement. Au moyen de cette structure, le télescope peut, malgré son poids énorme, être mû, pour ainsi dire avec le doigt. » (1).

« Le pied de l'instrument est construit de manière que, bien qu'il soit immuable, cependant il n'empêche pas qu'on ne puisse diriger le télescope sur tous les points du ciel. Il semble d'abord qu'il y a telle situation dans laquelle le pied doit s'opposer à ce que la lunette suive une étoile donnée : mais la disposition générale permet toujours de diriger le tube vers un même objet de deux manières différentes, en faisant faire à l'axe horaire un mouvement de 180°:

---

(1) Nous abrégeons ici la description des moyens d'équilibre du télescope, parce que la planche qui l'accompagne ne suffit pas pour rendre les détails intelligibles (R)

si donc le pied se trouve en obstacle pour l'une de ces manières, il ne peut l'être en même temps pour l'autre, et l'instrument est libre dans ce sens. »

« Comme avec une lunette d'un fort grossissement, il est extrêmement difficile de chercher un objet et de l'amener dans le champ de vision, on assujettit d'ordinaire pour cet usage une lunette plus petite, au grand instrument, parallèlement à son axe. Le chercheur du télescope de Dorpat a 39 lignes d'ouverture, et 30 pouces de distance focale.»

«Chacun des deux axes principaux a son cercle divisé, appelé *cercle horaire* ou *cercle de déclinaison* (1) Ces cercles sont liés aux axes et tournent avec eux. La division du cercle horaire donne les 4 secondes de temps: celle du cercle de déclinaison les 10 secondes de degré. On peut, avec cet instrument, trouver et observer de jour les étoiles situées hors du méridien; ce qui est d'une grande utilité pour les étoiles de première grandeur qui souvent ne peuvent pas s'observer avec avantage pendant la nuit.........»

« Les deux fils du micromètre de cet instrument peuvent être mus indépendamment l'un de l'autre par une vis; soit pour qu'on puisse placer chacun d'eux là où cela est nécessaire, soit afin d'employer dans les observations micrométriques une sorte de répétition; ce qui au moyen de l'horloge qui meut la lunette, devient beaucoup plus facile à exécuter que par les procédés ordinaires. C'est dans le même but que l'oculaire est mobile et indépendant, afin que les deux fils soient toujours également éloignés du centre du champ de vision, auquel cas ils sont également distincts. La partie du micromètre à laquelle les fils sont assujettis,

---

(1) Le cercle horaire a 19 pouces et le cercle de déclinaison 13 pouces de diamètre.

porte, avec les vis de correction nécessaires, deux verniers dans deux positions opposées : ces verniers se meuvent sur un cercle divisé qui est destiné à la mesure des angles de position; ils donnent directement la minute. Le micromètre peut se mouvoir relativement au cercle de position, non-seulement à la main, mais encore d'un mouvement très-doux, au moyen d'une vis. Les fils peuvent être éclairés seuls, tandis que le champ reste obscur. Comme le cercle de position doit demeurer immobile par rapport à l'axe optique, tandis que le micromètre doit pouvoir être tourné avec l'appareil qui éclaire ses fils, il en résulte pour cet instrument une disposition de ces diverses pièces, qui diffère de celle que j'ai donnée jusqu'ici aux micromètres à lampe sans cercle de position. Le champ de vision peut aussi être éclairé, si on le désire. Le micromètre a quatre oculaires différens. » (1)

«Outre le micromètre à fil, l'instrument est muni d'un micromètre circulaire à lampe avec 4 oculaires, d'un micromètre réticule à lampe avec 3 oculaires, et enfin de 4 micromètres annulaires dont deux contiennent des anneaux doubles. »

« Comme un télescope ne présente une netteté parfaite que lorsque les axes de l'objectif et de l'oculaire coïncident, et qu'une déviation de cette coïncidence est plus nuisible lorsque l'objectif est grand, que lorsqu'il est petit, la lunette de Dorpat est encore accompagnée d'un instrument spécialement destiné à reconnoître et à corriger cette déviation. »

L'instrument dont on vient de lire la description est arrivé à Dorpat le 10 novembre 1824 : le 16, il avoit été dé-

---

(1) Le plus foible de ces oculaires procure un grossissement de 175 fois, et le plus fort de 700 fois environ.

ballé et remonté sans difficulté par Mr. Struve. Il avoit été placé provisoirement dans la salle occidentale de l'observatoire, de laquelle on peut, par une fenêtre élevée, vers le sud, observer durant une heure et demie près du méridien, jusqu'à une hauteur de 45° ; mais il devoit être établi, dans le courant de l'été actuel, dans le lieu qui lui est spécialement destiné, la tour de l'observatoire, au-dessous d'une coupole mobile, qui permettra de le diriger en tout sens.

« Il est très-difficile « dit Mr. Struve » de donner la mesure du parti que l'on pourra tirer de ce chef-d'œuvre. Il est certain, d'après quelques observations faites sur des objets foiblement éclairés, que le télescope catoptrique de 25 pieds de Schröter est fort inférieur à notre nouvel instrument. Schröter publia en 1794, après avoir achevé son télescope, ses observations sur σ d'Orion faites avec cet instrument, et une petite carte des étoiles qui composent cet astre multiple (V. Bode's *Jahrbuch* 1797). Il aperçut douze et peut-être treize étoiles dans σ d'Orion. Quoiqu'Orion soit à Dorpat, plus près de l'horizon qu'à Lilienthal, non-seulement j'ai réussi à voir les treize étoiles, dont une étoit encore incertaine pour Schröter, mais j'en ai aperçu trois de plus......»

« La position élevée de Saturue ne m'a pas encore permis d'essayer l'effet de l'instrument sur cette planète et ses satellites: mais aussitôt qu'il aura été établi dans le lieu où il doit rester, je commencerai des recherches sur les satellites, et en particulier sur les 6e et le 7e. Si l'on considère ce que de petites lunettes achromatiques de Fraunhofer ont pu faire comparativement à des télescopes catoptriques de 13 et de 15 pieds, on se convaincra que notre instrument peut aller de pair avec les plus fameux de ces derniers, avec celui de 40 pieds construit par Herschel ; tandis qu'il les surpasse de beaucoup pour la commodité du service et la variété de l'emploi qu'on en peut faire..................»

« Quant à ce dernier point (l'emploi de l'instrument), ses deux cercles divisés et la fermeté de son assiette en font un équatorial très-commode, au moyen duquel on déterminera avec beaucoup d'exactitude les lieux des étoiles foibles, des nébuleuses et des comètes. Des essais m'ont démontré qu'en plaçant simplement l'astre au milieu du champ de vision, on obtenoit, par la lecture du cercle, le lieu de cet astre avec une précision que l'on cherche en vain pour les comètes foibles, au moyen du micromètre circulaire. Il sera facile de donner encore plus de rigueur à cette méthode d'observation pour les comètes, ou en plaçant au foyer un anneau d'un diamètre plus petit, ou au moyen de deux fils métalliques croisés et non éclairés.........................»

Mr. Struve, pour donner une idée de ce qu'on peut attendre du télescope de Dorpat pour la mesure des petits angles, y a adapté un micromètre de Fraunhofer qu'il possédoit déjà, et a fait un certain nombre d'observations sur l'écartement de points blancs marqués sur une planche noire placée à environ 900 toises, et sur celui des astres élémentaires d'une douzaine d'étoiles doubles (1). Il résulte de ces observations qu'on peut mesurer avec cet instrument des distances angulaires de 1″ à 2″, si l'on place l'une des étoiles sur l'un des fils, et l'autre au milieu de l'intervalle entre les deux fils, de manière que deux observations donnent le quadruple de la distance.

Ces mesures micrométriques sont d'autant plus remarquables, qu'Herschell même n'employoit guères ses micromètres

---

(1) Ces observations, rapportées en détail dans les *Astronom. Nachr.*, ont été faites sur les étoiles doubles suivantes; 26 et 66 de la *Baleine* et des *Poissons*, 32 d'*Eridan*, ζ d'*Orion*, l'étoile triple du *Licorne*, 31 du *Petit-Chien*, etc. (R)

que lorsque la distance des étoiles accouplées étoit supérieure à 5″, et qu'il comparoit ordinairement les intervalles avec les diamètres des étoiles elles-mêmes. C'est seulement dans 5 étoiles multiples de son nombreux catalogue, dont les composantes étoient plus rapprochées que 5″, qu'il a essayé de se servir de son micromètre, et la plus petite distance qu'il ait mesurée est celle de 3″ dans ρ d'Hercule.

PHYSIQUE-MATHÉMATIQUE.

SUR LES LOIS DE LA CONDENSATION ET DE LA DILATATION de l'air et des gaz, et sur la vîtesse du son : par J. IVORY. (*Phil. Magaz.* Juillet 1825).

(*Traduction.*)

DANS une lettre insérée dans ce Journal en juin 1824, j'ai déjà suggéré l'idée d'une liaison entre la pression, la densité et la température de l'air à différentes hauteurs, et celles de l'air qui est dilaté sans rien perdre de son calorique. Les deux cas ont au moins ceci de commun, que dans l'un et l'autre l'élasticité et la température dépendent entièrement de la densité. Dans une atmosphère en équilibre, dont la constitution ne se modifie point, il n'y a qu'une température et une pression pour chaque densité proposée; et quand l'air est dilaté, sans acquérir le calorique d'autres corps et sans dissiper le sien propre, il n'y a qu'une pression et une température correspondant à chaque accroissement de volume. Une parcelle d'air trouve sa place dans l'atmosphère,

l'atmosphère, en dilatant ou contractant son volume jusqu'à ce que sa température et son élasticité soient en équilibre avec la masse ambiante. Dans les deux cas mis en parallèle, un changement de volume ou de densité est la seule cause d'une variation de pression et de température : il y a donc entr'eux une grande analogie : mais nous ne devons pas nous hâter de conclure avec Mr. Dalton, qu'il y a identité. Un peu de réflexion nous montrera qu'il se présente dans l'un des cas, des circonstances qui ne se présentent pas dans l'autre. Quel est l'arrangement de l'air que produit dans l'atmosphère la grande cause que nous avons mentionnée, et jusqu'à quel point cet arrangement est-il affecté par les circonstances particulières qui modifient l'action de cette cause ; voilà d'intéressans sujets de recherches. Dans l'état présent de nos connoissances sur la constitution de l'atmosphère, tout le pouvoir de la dynamique paroît être épuisé : et nous ne pouvons pas raisonnablement espérer qu'il se fasse de grands progrès ultérieurs, si nos notions sur les propriétés physiques de l'air ne prennent pas plus d'extension. Des recherches basées sur les principes que j'ai cherché à exposer brièvement, promettent quelque succès.

Mais ces recherches doivent être précédées d'un travail sur la question suivante. De quelle manière l'élasticité et la densité d'une masse d'air dépendent-elles du calorique combiné avec cette masse sous forme latente, et du calorique sensible au thermomètre ? Il est évident que ces deux dernières quantités déterminent complètement l'état d'une masse donnée d'air. Si l'une et l'autre demeurent constantes, il n'y a aucun changement dans l'élasticité ou la densité de l'air. Si toutes deux, ou seulement l'une d'entr'elles, viennent à varier, il en résultera nécessairement une altération dans l'élasticité, ou dans la densité de l'air, ou dans ces

deux circonstances à la fois. Je me bornerai ici à cette recherche préliminaire.

Nous ne pouvons connoître, dans aucun cas, les quantités absolues du calorique de combinaison, ou du calorique de température : nous ne pouvons raisonner que sur les différences que présente un même corps placé dans des circonstances diverses. Il est donc nécessaire de rapporter toujours l'air, ou le gaz, que l'on examine, à un état originel qui puisse servir comme d'étalon. Je supposerai que l'élasticité et la densité sont l'une et l'autre originairement égales à l'unité ; j'appellerai p l'élasticité, ou la pression relative, et $\rho = 1 + \omega$, la densité relative, d'une masse d'air ou de gaz dans tout autre état. Alors, si h est la pression barométrique de la première masse d'air, et h' cette même pression lorsque cet air a subi une variation quelconque, on aura $\frac{h'}{h} = p$: et si D et D' sont les densités correspondant à ces deux états de l'air, on aura, $\frac{D'}{D} = \rho = 1 + \omega$.

La température originelle étant τ, et la différence de température du premier cas au second, étant θ, la température actuelle sera $\tau + \theta$. Si α est la dilatation correspondant à un degré du thermomètre, nous aurons l'équation fondamentale suivante, entre les diverses quantités que nous avons définies ;

$$p = \rho \times \frac{1 + \alpha\tau + \alpha\theta}{1 + \alpha\tau};$$

et j'appellerai le terme qui multiplie ρ dans cette équation le facteur, ou la fonction relative à la température. Enfin je désignerai par $\pm i$ le nombre de degrés dont le thermomètre monte ou descend lorsque l'air passe de son état primitif à un autre état ; regardant comme positif le calorique qui affecte le thermomètre lorsque l'air est condensé, et négatif celui qui disparoît lorsque l'air est dilaté.

I.

Prenant l'air répandu à la surface même de la terre comme point de comparaison, supposons qu'une masse donnée de cet air est renfermée dans un vase clos : supposons ensuite que les dimensions de ce vase soient subitement aggrandies, et permettent à l'air de se dilater jusqu'à ce que sa densité soit réduite de 1 à $1-\omega$. Lorsque l'air du vase aura repris la température générale de l'air ambiant, il est évident que $1-\omega$ représentera de même son élasticité. Mais au moment même de la raréfaction, la chaleur absorbée par l'air dilaté produira un certain degré de froid et par conséquent une diminution d'élasticité. Donnant aux lettres τ et i la signification que nous leur avons assignée, i indiquera la dépression du thermomètre dans le vase, au moment de la raréfaction, et l'élasticité de l'air dilaté sera au même instant,

$$(1-\omega)\times\frac{1+\alpha\tau-\alpha i}{1+\alpha\tau}.$$

Si au contraire les dimensions du vase sont subitement diminuées, la densité de l'air qui y est renfermé s'accroîtra de 1 à $1+\omega$, et il y aura un développement de calorique. L'élasticité de l'air dans le vase, au moment de la condensation, sera,

$$(1+\omega)\times\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau};$$

mais elle se réduira à $1+\omega$, après le court espace de temps qui aura suffi pour dissiper toute la chaleur de condensation.

Dans ces expériences la seule cause de la variation thermométrique i, est l'accroissement ou la diminution du volume, ou le changement de densité, de la masse d'air: elle ne dépend en aucune manière de la température extérieure τ.

Si la température varie, la force élastique de l'air contenu dans le vase sera proportionnellement augmentée ou diminuée : mais le calorique combiné i ne sera point modifié, tant que les dimensions du vase demeureront les mêmes. Si l'air dilaté ou condensé est ramené à son volume primitif, le calorique combiné sera dégagé et deviendra sensible au thermomètre, ou bien il sera absorbé, et l'instrument baissera : et il en sera ainsi, que ce retour au volume primitif s'opère à la température originaire τ, ou à toute autre température plus ou moins élevée. Le volume d'une masse d'air ou sa densité, et son calorique de combinaison, sont deux choses inséparablement liées : et l'une ne peut changer, sans qu'il en résulte une altération dans l'autre. Dans le langage des mathématiques, l'une de ces quantités est une fonction de l'autre, et d'après ce qui a été dit, on concevra aisément que la densité d'une masse d'air puisse être exprimée en fonction de son calorique de combinaison par une équation de la forme,

$$\rho = \varphi\left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau}\right);$$

la fonction φ n'étant sujette à d'autre restriction, qu'à la condition d'être égale à l'unité quand $i=0$, pour exprimer que la densité reprend son premier état lorsque le calorique de combinaison se dissipe.

Mais quoique la densité d'une masse d'air dépende uniquement du calorique combiné avec elle sous forme latente, sa température sera affectée par les variations de densité, aussi bien que par le calorique provenant de sources étrangères. Elle s'abaissera, au moins pour un instant, de tous les degrés absorbés dans la raréfaction de l'air, et elle s'élèvera de tous les degrés produits dans la condensation. Soit T la température actuelle, et θ le calorique reçu de sources extérieures ; on aura, $T=\tau+i+\theta$.

Cette formule renferme toutes les sources possibles de température ; mais la différence entre les quantités représentées par i et θ, doit être soigneusement remarquée. Dans les circonstances qui se présentent en général dans la nature, θ est un courant perpétuel et constant, qui maintient la température à un certain niveau déterminé. D'un autre côté, i ne varie qu'à l'instant où l'air subit quelque changement de volume, et se perd bientôt dans l'affluent général de calorique, après que la densité est devenue constante. Lorsque cela arrive, la température est indépendante du calorique de combinaison. Si nous supposons que la masse d'air change de volume, et retient la totalité de sa chaleur absolue, tandis qu'elle n'est exposée à aucune influence calorifique extérieure, alors $\theta = 0$. Dans l'atmosphère, i et θ sont des quantités de même espèce toujours comparables et dépendantes l'une de l'autre.

Ces deux cas sont, si je ne me trompe, les seuls observés jusqu'à présent, dans lesquels l'élasticité, la densité et la température d'une masse d'air sont déterminées, lorsque l'une de ces quantités est donnée, et par conséquent dans lesquels toutes ces quantités sont fonctions de la chaleur latente.

Les lois connues des fluides élastiques fournissent donc les équations suivantes ;

$$\rho = \varphi\left(\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau}\right)$$

$$p = \varphi\left(\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau}\right) \times \frac{1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\theta}{1 + \alpha\tau} \quad \text{(A)}$$

$$T = \tau + i + \theta$$

II.

Cherchons maintenant à déterminer la forme de la fonction φ. On peut y parvenir au moyen de certaines expé-

riences faites par MM. Clément et Désormes, et par MM. Gay-Lussac et Welter. Les deux premiers de ces physiciens remplirent un vase clos, d'un air qui ne différoit en rien de l'air extérieur, dans lequel la hauteur du baromètre étoit égale à h. Une portion de l'air renfermé fut soustraite du vase, et après que la perte de température, causée par la raréfaction, eut été réparée, la pression observée dans le vase étoit h'. Une communication fut alors ouverte entre l'air renfermé et l'atmosphère; et la pression barométrique étant redevenue, en fort peu de temps, la même qu'à l'extérieur, c'est-à-dire égale à h, on referma aussitôt l'ouverture du vase. Enfin, après que la chaleur de condensation, dégagée par l'irruption de l'air extérieur dans le vase, se fut entièrement dissipée, la hauteur du baromètre intérieur fut observée de nouveau et fut trouvée égale à h''. Il est essentiel que la température et la pression barométrique de l'atmosphère demeurent les mêmes pendant toute la durée de l'expérience.

Nous verrons aisément quelles sont les conclusions à déduire de ces faits, si nous notons séparément les circonstances qui ont accompagné les différentes époques de l'expérience.

1.° La pression, la densité et la température initales peuvent être désignées par, p, ρ, $\tau + i + \theta$.

2.° Une portion de l'air ayant été soustraite, et la pression et la densité ayant ainsi diminué, ces mêmes quantités seront; $p - \delta p$, $\rho - \delta \rho$, $\tau + i + \theta$.

3.° La communication avec l'air extérieur ayant été ouverte, et refermée aussitôt que la pression a été vue égale à ce qu'elle étoit d'abord, c'est-à-dire, à p, elles deviendront, p, $\rho - \delta\rho + \delta'\rho$, $\tau + i + \theta + \delta' i$; $\delta'\rho$ étant l'accroissement de densité, et $\delta' i$ la chaleur latente dégagée par la condensation.

4.° La chaleur de condensation $\delta' i$ étant entièrement dissipée, et la pression ayant un peu diminué, on aura, $p - \delta' p$, $\rho - \delta\rho + \delta'\rho$, $\tau + i + \theta$.

Maintenant dans trois de ces époques, savoir la première, la seconde et la quatrième, la température est la même; d'où il suit que, les élasticités étant comme les densités, on a;

$$\frac{\delta p}{p} = \frac{\delta\rho}{\rho}, \quad \frac{\delta' p}{p} = \frac{\delta\rho - \delta'\rho}{\rho},$$

De là,

$$\frac{\delta\rho - \delta'\rho}{\delta\rho} = \frac{\delta' p}{\delta p} = \frac{h - h''}{h - h'}$$

ou, en faisant $\frac{h - h''}{h - h'} = e$

$$\delta\rho - \delta'\rho = e \times \delta'\rho.$$

De plus, l'élasticité étant la même à la première et à la troisième époque, les produits des densités par les facteurs relatifs à la température seront égaux, et on aura,

$$\frac{\delta\rho - \delta'\rho}{\rho} = \frac{\alpha\delta' i}{1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\theta},$$

ou, en substituant la valeur de $\delta\rho - \delta'\rho$

$$e \times \frac{\delta'\rho}{\rho} = \frac{\alpha\delta' i}{1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\theta}.$$

Dans cette expression, $\delta' i$ est la chaleur dégagée pendant que la densité s'accroît de $\delta'\rho$. MM. Gay-Lussac et Welter ont fait une série d'expériences entre les températures -20° et $+40^{o}$ du thermomètre centigrade, et entre les pressions $0,^{m}144$, et $1,^{m}46$; ils ont trouvé que la quantité e a dans chaque cas, à très-peu près, la même valeur. L'équation est donc généralement vraie, au moins dans des limites très-étendues. Comme les petites variations peuvent être considérées comme des différentielles, nous obtiendrons en intégrant,

$$\rho^{e} = C \times (1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\theta);$$

pour déterminer la constante, il suffit de faire la température primitive, égale à $\tau+\theta$, au lieu de τ. Alors faisant $\theta=0$ on a,

$$\varrho^e=\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau};$$

la densité primitive étant l'unité, et la température τ.

Dans l'expérience particulière de MM. Clément et Désormes, les quantités numériques sont les suivantes;

$$h-h''=0{,}00361 \text{ m.}$$
$$h''-h'=0{,}01021 \text{ m.}$$
$$e=0{,}3492 \text{ m.}$$

MM. Gay-Lussac et Welter ont obtenu dans une expérience semblable $e=0{,}37244$. Dans l'une et l'autre de ces déterminations, la valeur de e se rapproche beaucoup de $\frac{1}{3}$; et il n'est pas improbable, comme je le montrerai plus bas, que c'est là sa vraie valeur. Si nous l'adoptons actuellement, comme très-approchée, nous aurons,

$$\varrho=\left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3. \qquad \text{(B)}$$

Dans les expériences dont nous avons déduit la dernière formule, la seule cause de la variation de température est la condensation et la dilatation de l'air. Mais de la manière dont nous avons considéré le sujet, il est prouvé que ϱ est toujours une même fonction de la chaleur latente, quelles que soient les sources de la température. Il suit de là que la forme de la fonction Φ est généralement déterminée par la formule (B). Nous obtenons donc les expressions suivantes pour la température, la densité et la force élastique de l'air, dans des circonstances quelconques;

$$p=\left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3\times\frac{1+\alpha\tau+\alpha i+\alpha\theta}{1+\alpha\tau}$$

$$\varrho=\left(\frac{1+\alpha\tau+\alpha i}{1+\alpha\tau}\right)^3 \qquad \text{(C)}$$

$$T=\tau+i+\theta$$

Si nous supposons que l'air change de volume pendant qu'il retient la totalité de sa chaleur absolue, sans recevoir aucune addition de température des autres corps, la force élastique et la densité s'obtiendront en faisant $\theta = 0$ dans ces dernières équations, et on aura,

$$p = \left(\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau}\right)^4$$

$$\rho = \left(\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau}\right)^3 \qquad \text{(D)}$$

$$p = \rho^{\frac{4}{3}}.$$

Cette dernière équation a déja été publiée dans un article sur la vîtesse du son, imprimé dans la *Connaissance des Tems* pour 1826.

III.

Désignons par V' le volume primitif de l'air, quand sa densité est égale à un, et par V son volume, quand sa densité est ρ : on a alors,

$$\rho = \frac{V'}{V},$$

et en substituant cette valeur dans les équations (D),

$$\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i}{1 + \alpha\tau} = \left(\frac{V'}{V}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad \text{(E)}$$

$$\frac{1 + \alpha\tau + \alpha i + \alpha\theta}{1 = \alpha\tau} = \frac{V}{V'} \times p$$

La première de ces équations nous apprend que, lorsqu'une masse d'air se contracte ou s'étend, la chaleur dégagée ou absorbée est proportionnelle à la diminution ou à l'accroissement de distance des particules du fluide : propriété qui peut fournir les moyens d'examiner expérimentalement la vérité de cette théorie. D'un autre côté, la seconde équation montre que, lorsque la pression est constante, les variations de la température sont proportionnelles aux varia-

tions de volume : ce qui a déjà été établi d'une manière assez complète par l'expérience.

Ce qui a été dit montre qu'il est très-probable que $\frac{1}{3}$ est la véritable valeur de *e*, et que les quantités obtenues par l'expérience en diffèrent seulement accidentellement. Or, jusqu'à ce que les faits soient assez bien établis pour ne laisser subsister aucun doute, il est beaucoup plus raisonnable de supposer le calorique de combinaison en rapport avec la distance linéaire des particules, que d'attribuer à ses modifications quelqu'autre rapport inconnu, et à-peu-près équivalent, avec les changemens de volume de la masse d'air.

Nous pouvons de même inférer (au moins avec beaucoup de probabilité), que les mêmes équations qui expriment les lois de la condensation et de la dilatation de l'air, s'appliqueroient généralement à tous les gaz permanens. Tout gaz absorbe du calorique lorsqu'il se dilate, et en dégage lorsqu'il se contracte. Le volume, ou la densité, est donc dans tous les cas, une fonction du calorique de combinaison. Mais il est prouvé par les expériences de Dalton et de Gay-Lussac, que, lorsque la pression ne varie pas, les volumes d'air et de tout gaz, varient dans le même rapport par des changemens égaux de température. La seconde des équations (E) est donc vraie pour tous les gaz, à toute pression donnée. Mais si deux volumes, l'un d'air, l'autre de gaz, soumis à la même pression, varient de la même manière, lorsqu'ils sont exposés au même degré de température, et s'il n'y a pas d'autres causes du changement des volumes, que le calorique de combinaison, nous devons conclure que la cause commune opère par les mêmes règles dans les deux cas ; c'est-à-dire que nous devons supposer la première des équations (E), vraie pour le gaz aussi bien que pour l'air. Tout au moins les équations, si nous les supposons vraies en général, s'accorderont avec tous les faits, autant

que nous pouvons les connoître actuellement; et en conséquence elles peuvent être considérées comme contenant la théorie physique de la condensation et de la raréfaction de l'air et des gaz.

Ce qui a été dit des gaz s'appliquera aux vapeurs qui s'élèvent des liquides, tant qu'elles suivent les mêmes lois de condensation et de dilatation que les gaz. Mais il y a dans les vapeurs un maximum de densité, auquel la quantité de chaleur latente est la moindre qui soit compatible avec la forme gazeuse. Dans ce cas, si on applique un plus grand degré de froid, ou une plus forte compression, comme il n'y a pas de source qui fournisse la chaleur nécessaire, une portion de la vapeur retourne à l'état fluide.

Les équations (E) montrent qu'un thermomètre d'air, ou de gaz, sous une pression constante, mesurera exactement les variations de température, par ses changemens de volume. Mais lorsqu'on lit les indications d'un semblable instrument, il faut laisser à l'air le temps de reprendre un volume permanent, afin que le calorique de combinaison i puisse se dissiper. Jugeant par analogie, nous pouvons inférer qu'un thermomètre de mercure ou de tout autre liquide, ou un thermomètre solide, tel qu'une barre métallique, donnera la mesure exacte de la température, seulement tant que la force de cohésion de ses particules demeurera à-peu-près la même. Car dans ce cas la cohésion est la force qui lutte avec l'expansion de la chaleur, comme le fait la pression lorsqu'il s'agit de gaz.

IV.

Une application importante de la théorie exposée ci-dessus, est la détermination de la vitesse du son dans l'atmosphère. Newton a ouvert la route dans cette recherche. Mais il faut

avouer que cette partie de ses *Principia*, dans laquelle il traite de la nature et de la rapidité des pulsations aériennes, est obscure; et la solidité de ses raisonnemens a été mise en question par des savans du premier ordre. Sans entamer la discussion d'un point sur lequel il est certes fort difficile de former une opinion exempte de toute objection, tous se sont accordés à reconnoître que la vîtesse assignée au son par Newton est juste, si l'on admet la loi d'élasticité sur laquelle est basée son investigation. Ses déductions ont été confirmées par tous les physiciens qui ont supposé que la force d'élasticité varioit dans la même proportion que la densité. Mais si l'on en appelle à l'expérience, on trouve une grande discordance entre les faits et la théorie. La vîtesse du son déterminée de cette manière, excède d'un dixième celle qu'on obtient par la formule de Newton. On n'avoit trouvé aucune explication admissible de cette grande différence, jusqu'à ce que Laplace eût conjecturé, avec beaucoup de justesse, qu'il falloit en chercher la cause dans la loi de Boyle et Mariotte. Cette loi n'est vraie que lorsque la température est constante. Mais une série de pulsations aériennes est une succession de condensations et de raréfactions, accompagnées de dégagemens et d'absorptions de calorique, et par suite, d'un accroissement dans l'élasticité de l'air. Il est vrai que ces variations sont égalisées et ramenées à la moyenne commune, en un temps très-court, par la translation de la chaleur au travers de l'atmosphère et de l'air en mouvement: mais cependant le temps requis pour cet effet, est appréciable, tandis que la force d'élasticité s'exerce instantanément et pendant que l'air agité retient tout son calorique de combinaison. En conséquence, dans la recherche de la vîtesse du son, nous ne devons pas adopter la loi de Boyle et Mariotte, qui suppose l'air en mouvement à la même température que l'atmosphère am-

biante : mais nous devons nous servir de la force élastique de l'air, qui change son volume, tandis qu'il retient toute sa chaleur latente. Lorsqu'on tient compte de cette ingénieuse explication de Laplace, la différence entre la théorie et l'application disparoît, ou se réduit à des quantités minimes, qui peuvent raisonnablement être considérées comme des erreurs inévitables.

Concevons un tube horizontal très-étroit et d'une longueur indéfinie, qui contienne de l'air à l'état d'équilibre ; soit x la distance, comptée à partir d'un point déterminé dans l'axe du tube, d'un petit cylindre d'air situé dans l'intérieur de ce tube et dont l'épaisseur est égale à dx. Supposons maintenant que ce cylindre est poussé en avant par quelque force, jusqu'à une distance $x+z$ du point fixe, et qu'il occupe sur l'axe une longueur égale à $dx+dz$. Il faut remarquer que la grandeur de dx est invariable, quelle que soit la position du petit cylindre d'air, et que dz seul varie avec cette position et avec le temps. Il suit de là, que x est indépendante du temps t, et que z est une fonction de x et de t. Ajoutons encore que l'air est supposé ne subir que des condensations et raréfactions fort petites en comparaison de son volume primitif à l'état d'équilibre, et qu'ainsi dz doit être considéré comme très-petit par rapport à dx. Soient ρ' la densité de l'air à l'état d'équilibre, et ρ la densité variable du cylindre mobile ; les masses des deux cylindres étant les mêmes, leurs densités seront réciproquement comme leurs volumes : on aura donc,

$$\frac{\rho}{\rho'}=\frac{dx}{dx+dz}=1+\frac{dz}{dx},$$

en négligeant les puissances supérieures de la petite fraction $\frac{dz}{dx}$. Remarquons que cette équation suppose la continuité du fluide, puisque le cylindre en mouvement a toujours la même masse.

Soient, P' la force élastique de l'air en équilibre, et P cette même force dans le cylindre en mouvement. Si nous adoptons la loi de Boyle et Mariotte, nous aurons $\frac{P}{P'}=\frac{\rho}{\rho'}$, et cette équation nous conduira au résultat obtenu par Newton. Mais si, conformément à la remarque de Laplace, nous raisonnons d'une manière plus en accord avec ce qui se passe effectivement dans la nature, et si nous supposons que la force élastique du cylindre en mouvement s'exerce, tandis qu'il retient toute sa chaleur absolue, alors les formules (D) exposées plus haut fourniront cette équation;

$$\frac{P}{P'}=\left(\frac{\rho}{\rho'}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(1-\frac{dz}{dx}\right)^{\frac{4}{3}}=1-\frac{4}{3}\cdot\frac{dz}{dx}.$$

Différenciant en faisant varier x seul, et divisant les deux membres par les quantités égales $\rho\,(dx+dz)$ et $\rho' dx$, on aura,

$$\frac{dP}{\rho\,(dx+dz)}=-\frac{4}{3}\cdot\frac{P'}{\rho'}\cdot\frac{ddz}{dx^2}.$$

Maintenant, P est la force élastique de l'air dans le tube, à la distance $x+z$ du point fixe; $P+dP$ est cette même force de l'air à la distance $x+z+dx+dz$ du même point; dP est donc une force réelle qui pousse le cylindre interposé vers le point fixe; et comme la masse mise en mouvement est égale à $\rho\,(dx+dz)$, le quotient est l'accélération de chaque particule, exprimée autrement par $-\frac{ddz}{d\tau^2}$: on a donc,

$$\frac{ddz}{d\tau^2}=\frac{4}{3}\cdot\frac{P'}{\rho'}\cdot\frac{ddz}{dx^2}.$$

Soit l la longueur de l'atmosphère homogène, c'est-à-dire, de la colonne d'air égale en poids à P', et ayant la même densité uniforme ρ': on aura

$$\frac{P'}{\rho\times 1}=\frac{l\times\rho'}{\rho'\times 1}=\frac{l}{1};$$

équation qui montre que P' imprimera à chaque particule de la masse $\varrho'+1$, la même vîtesse qu'imprimeroit une ligne de particules d'air de la longueur l, sur chacun de ces élémens. Soit $g=32\frac{1}{6}$ pieds l'accélération de la pesanteur pendant une seconde de temps : puisque le poids d'une particule engendre une vîtesse g dans une seconde, le poids de l particules engendrera une vîtesse $l\times g$ dans le même temps. Donc.

$$c^2=\frac{4}{3}\times lg$$

$$\frac{ddz}{d\tau^2}=c^2\cdot\frac{ddz}{dx^2}.$$

Telle est l'équation différentielle ordinaire qui détermine la vibration d'une ligne d'air; son intégrale connue montre que $c=\sqrt{\frac{4}{3}\times l\times g}$ est l'expression de la vîtesse du son dans une seconde de temps.

Si, conformément à la loi de Boyle et Mariote, nous avions employé l'équation $\frac{P}{P'}=\frac{\varrho}{\varrho'}$, nous aurions trouvé $c\sqrt{g\times l}$ pour le mouvement du son dans une seconde; telle est la formule de Newton.

A la température de 32° F., l'atmosphère homogène est de 4350 brasses, ou 26 100 pieds; ainsi la vîtesse du son dans une seconde, est $\sqrt{\frac{4}{3}\times 32\frac{1}{6}\times 26\,100}=1058$ pieds.

Le Bureau des Longitudes de France a trouvé en dernier lieu, par de nouvelles expériences, 331^{m}, soit 1085 pieds (anglais), pour la vîtesse du son, à cette même température. La différence entre la théorie et l'observation est ainsi de vingt-sept pieds, ou d'environ $\frac{1}{40}$ du tout.

Si, au lieu de faire $e=\frac{1}{3}$, nous adoptons les valeurs trouvées par l'expérience, nous aurons à employer les facteurs 1,3492 et 1,3724, au lieu de $\frac{4}{3}=1,3333$. De cette manière la valeur calculée approchera un peu plus de la quantité

donnée par l'expérience ; mais elle restera toujours un peu au-dessous. Mais nous nous abuserions sans doute, en cherchant trop de précision dans les résultats d'expériences qui exigent une appréciation extrêmement soignée de variations minimes dans les longueurs.

4 *Juillet* 1825.

PHYSIQUE - MÉCANIQUE.

TENTATIVE FAITE EN VUE D'EXPLIQUER CERTAINS PHÉNOMÈNES DE PHYSIQUE MÉCANIQUE par les principes communs et bien reconnus de cette science.

UN disque de fer doux, très-mince, tournant très-rapidement, coupe une lime d'acier trempé. Un corps peu dur, lancé avec une grande force contre une porte ouverte, la perce sans la faire mouvoir sensiblement sur ses gonds. Si la vîtesse est foible, l'effet a lieu en sens contraire : la lime entame le disque ; la porte tourne, et le corps qui la choque ne la perce pas.

Dans ces expériences, deux forces sont mises en opposition, la cohésion du corps choquant et celle du corps choqué. Si la vîtesse est foible, le corps le plus dur l'emporte et force le moins dur à céder. Si la vîtesse atteint un certain maximum, le corps le plus dur céde. Il faut donc que, par l'effet du choc, la cohésion de ce corps ait diminué.

A quelle cause attribuerons-nous cette diminution ? — A la flexion du corps élastique.

Les

Les corps durs et élastiques, tels que le verre et l'acier, peuvent être fléchis jusqu'à un certain point, au-delà duquel ils cèdent et se rompent. Si donc un corps ou une force quelconque vient à faire fléchir le métal jusqu'à ce point, la cohésion du métal n'offrira aucune résistance. Dans l'expérience des disques, il faut se représenter deux dents de scie, l'une d'acier, l'autre de fer doux, se heurtant jusqu'à rupture de l'une ou de l'autre. Le premier effet est de fléchir l'acier. Mais si la vîtesse est foible, la résistance de ce petit ressort, croissant par sa tension, fait obstacle à la force qui a causé celle-ci; et la cohésion de l'acier l'emporte sur la foible cohésion du fer. Mais si la vîtesse est assez grande pour porter la flexion jusqu'à sa dernière limite, la force de ressort et celle de cohésion affoiblie de l'acier, céderont à la cohésion du fer.

On jettera peut-être quelque clarté sur cette explication, en considérant de plus près les forces que nous venons de mentionner. L'élasticité, bien qu'intimément liée à la cohésion, en diffère cependant tellement, qu'il est fort difficile de comparer leurs actions élémentaires. Je conçois que, dans l'acte de fléchir un ressort, on change les contacts de ses particules intégrantes sans rompre leur adhérence mutuelle; et que l'attraction de cohésion tend à les ramener à leur ancien maximum. Plus on fléchit le ressort, plus on accroît sa résistance, parce qu'on multiplie les points déplacés, qui tendent à reprendre leur première position. Mais à mesure que l'on augmente ces déplacemens, on diminue la force de cohésion proprement dite, ou l'adhérence des molécules entr'elles; car c'est au maximum de toutes les attractions, (c'est-à-dire, à l'état naturel), que cette adhérence est la plus forte. Aussi remarque-t-on, qu'à la longue, plusieurs ressorts s'usent pour avoir été trop long-temps ou trop fortement fléchis: et enfin, dans tous les ressorts (de l'espèce

du verre et de l'acier), il y a un terme auquel la cohésion cesse; une trop grande flexion brise le ressort. Vers cette limite, la tendance au retour, ou l'élasticité (la force attractionnelle, qui ramène au maximum des contacts) est peut-être encore active; mais la cohésion, ou l'adhérence des particules entr'elles, est devenue très-foible et touche à son dernier terme. En vertu de la flexion, la force de ressort va croissant et la cohésion va décroissant.

Dans ces conceptions (les seules, je crois, qui se présentent), la force de retour, ou l'élasticité proprement dite, agit perpétuellement. Dès le premier instant élémentaire, la flexion écarte les particules de leur maximum d'attraction; et dès cet instant aussi, la force qui les y ramène se développe.

Maintenant, supposons que le fer heurte l'acier avec une petite vîtesse, elle y produira une flexion bornée, et la dent continuant sa route mettra aux prises sa cohésion avec celle de l'acier. La flexion qui a précédé cette lutte, étant peu considérable, a peu diminué la cohésion. Celle-ci donc, l'emportera; la cohésion du fer étant inférieure à celle de l'acier, sera forcée de céder. Mais si la vîtesse est grande, la flexion l'est aussi, et peut enfin atteindre le point auquel la cohésion est nulle, ou du moins celui où elle est tellement réduite, qu'ajoutée même à la force de ressort (supposée encore active), elle ne peut résister à la cohésion du fer.

En un mot, il faut considérer deux luttes successives; celle de la flexibilité de l'acier contre la cohésion du fer et celle de la cohésion du fer contre la cohésion et l'élasticité de l'acier réunies. Dans la première, la flexibilité cède toujours. Si la flexion est petite (étant l'effet d'une petite vîtesse), la seconde lutte est à l'avantage du plus cohérent (de

l'acier). Si la flexion est extrême (par une très-grande vitesse), le corps le moins cohérent a le dessus, parce que la cohésion du corps élastique est détruite.

Pour appliquer ce qui précède à l'expérience de la porte percée par un corps moins dur qu'elle (par une chandelle); il suffit peut-être de concevoir le bois comme composé de couches élastiques très-minces. La cohésion du suif cède lorsque sa vîtesse est foible; ce corps très-peu dur ne produit qu'une flexion insuffisante et a bientôt à lutter contre une cohésion supérieure à la sienne. Mais s'il jouit d'une très-grande vîtesse, il fléchit, jusqu'à rupture, la première couche infiniment mince, et de suite la seconde et les suivantes (1).

L'ingénieux auteur d'une *Note*, relative à *quelques phénomènes de physique-mécanique* (2), rapproche de ceux que nous venons de considérer, la pratique nouvelle de charger les mines en recouvrant de sable la poudre destinée à faire explosion. Mais ce fait remarquable est, si je ne me trompe, d'une toute autre nature. Il dépend de l'action d'un gaz condensé. Cette action se compose d'une multitude de petits chocs distincts. Si ces chocs en nombre comme infini, rapides et simultanés, s'appliquent à tous les points d'une même masse mobile, ils ont une puissante efficace. Mais ceux qui s'appliquent à un grain de sable isolé n'en ont pas. Si les chocs successifs qu'éprouve ce petit corps, étoient tous dirigés dans le même sens, le grain de sable seroit prompte-

(1) Dans l'expérience faite avec une chandelle, il faudroit rigoureusement parler de la mèche; mais c'est peu la peine de discuter de tels détails. C'est uniquement l'explication d'après les principes qui doit ici nous occuper.

(2) *Bibl. Univ.* T. 29, p. 192.

ment chassé hors de l'enceinte: mais, 1.° ces chocs sont inévitablement dirigés en sens différens (1), et n'acquièrent par conséquent que peu ou point de vîtesse finale sensible; 2.° à mesure que le gaz s'insinue à travers les grains, il les presse en tout sens, de manière à les rendre plutôt immobiles qu'à les pousser tous selon une direction déterminée.

Cette lutte empêche le gaz de sortir instantanément, et lui donne par conséquent le temps de déployer son action sur les autres parois de la mine.

P.P. p.

---

(1) Cela résulte essentiellement de la figure irrégulière de ces petits corps.

PHYSIQUE.

NOTE SUR L'OBSERVATION DE L'INCLINAISON MAGNÉTIQUE FAITE A GENÈVE PAR MR. ARAGO. Lue à la Société de Physique et d'Histoire naturelle, le 15 septembre 1825, par le Prof. GAUTIER.

AYANT eu l'avantage de prendre part, en dernier lieu, aux observations magnétiques faites par Mr. Arago dans nos environs, et ayant reçu de ce savant célèbre l'autorisation de faire usage de celles relatives à l'inclinaison de l'aiguille, je m'empresse d'en communiquer le détail à cette Société. L'élément intéressant auquel elles se rapportent, n'avoit pas encore été déterminé à Genève, que je sache, du moins avec un instrument et des procédés de vérification suffisamment exacts (1).

(1) L'astronome J. A. Mallet, notre compatriote, observa, en 1769, l'inclinaison magnétique à Pétersbourg et à Ponoi en Laponie, mais je n'ai pas connoissance qu'il ait fait à Genève d'observations analogues. Celles de Mr. De Saussure, rapportées dans ses *Voyages*, ne sont relatives qu'à l'intensité magnétique, à la déclinaison de l'aiguille et à ses variations diurnes. Enfin, MM. de Humboldt et Gay-Lussac, qui ont fait, dans le cours d'un voyage entrepris en 1805, un assez grand nombre d'observations d'inclinaison en France, en Allemagne, en Suisse et en Italie (dont on trouve les résultats, soit dans le T. I des *Mémoires de la Société d'Arcueil*, soit dans la *Connaissance des Tems* pour 1827, p. 349.) n'ont pas alors passé à Genève.

On sait combien est délicate à effectuer la mesure précise de l'*inclinaison* de l'aiguille aimantée dans un lieu donné, ou de l'angle compris entre la direction de cette aiguille dans le méridien magnétique et celle de l'horizontale en ce lieu. Outre l'obligation où l'on est de se préserver de toute influence magnétique étrangère en s'éloignant des bâtimens et écartant les objets en fer de toute espèce, il faut que le centre de suspension de l'aiguille coïncide avec son centre de gravité et avec le centre du cercle vertical qui sert à mesurer l'inclinaison. Il faut que l'axe de figure de l'aiguille, ou la droite passant par ses deux extrémités, qui servent de points de repère pour les lectures, coïncide avec son axe magnétique, ou avec la droite qui passe par ses deux pôles. Il faudroit aussi que l'aiguille, bien homogène, et fortement aimantée, n'éprouvât aucun frottement dans sa suspension afin qu'elle pût prendre tout-à-fait librement sa direction magnétique. La plupart de ces conditions sont encore loin d'être remplies à la rigueur, quoiqu'on puisse en approcher beaucoup. On doit donc multiplier les observations, et faire agir en sens contraire les petites erreurs provenant de ces imperfections de construction, pour obtenir une compensation mutuelle en prenant la moyenne des résultats.

L'observation dont je vais rendre compte a été faite le 2 Septembre, entre onze heures du matin et deux heures après midi, dans une avenue d'arbres attenante à la maison de campagne de notre collègue Mr. le Prof. De Saussure à Chambeisy, qui est située sur la rive droite du lac et un peu au-dessus de son niveau, à environ deux minutes et trois quarts de degré au Nord de l'Observatoire de Genève, ce qui donne pour sa latitude approchée 46° 14′ 50″. Le temps étoit calme et serein. La température a varié de 17° ½ à 19° ½ de Réaumur pendant le cours de l'observation, d'après un thermomètre placé tout près de la boussole d'inclinaison et

abrité, comme elle, des rayons du soleil par les arbres de l'avenue.

La boussole d'inclinaison employée est celle de l'Observatoire royal de Paris, que j'ai décrite sommairement dans la *Bibliothèque Universelle* (T. XXVIII, p. 98). Après s'être assuré qu'elle n'avoit pas souffert dans le transport, on l'a établie sur un support en bois, on a rendu vertical son axe de conversion à l'aide du niveau à bulle d'air qui y est fixé, et en faisant agir les trois vis du pied de l'instrument. On a placé l'aiguille aimantée dans la cage vitrée qui la renferme ainsi que le cercle d'inclinaison, en la suspendant par ses pivots cylindriques d'acier, calibrés avec soin, sur les agates arrondies qui leur servent de coussinets. On a fait jouer les crochets qui, en soulevant ces pivots, servent à la fois à rendre à l'aiguille sa mobilité et à ramener son centre de suspension au centre du cercle d'inclinaison. Malgré cette précaution, prise dans chaque observation, on a toujours fait lecture de l'arc d'inclinaison à partir des deux extrémités de l'aiguille, afin d'éliminer par le moyen de cette double lecture l'erreur provenant d'une petite excentricité dans sa position. Le cercle d'inclinaison étant divisé de dix en dix minutes de 0 à 90°, à partir de son diamètre horizontal, a donné ainsi immédiatement pour chaque extrémité de l'aiguille l'angle que sa direction fait avec l'horizontale. Dans chaque lecture, faite à la loupe, on a pris la moyenne des écarts extrêmes de l'aiguille dans ses petites oscillations, ce qui est plus court et aussi exact que d'attendre qu'elle soit arrivée au repos. Pour chaque vertical, on a retourné le cercle d'inclinaison et l'aiguille de 180° en azimut, et on a fait de nouvelles lectures dans cette seconde position, afin d'éliminer l'erreur résultant de la non-coïncidence de l'axe de figure et de l'axe magnétique de l'aiguille. Mr. De Saussure étoit souvent

appelé par Mr. Arago à répéter les lectures, pour juger par lui-même de leur exactitude.

On a employé dans le cours de l'opération deux procédés différens pour déterminer l'inclinaison magnétique, afin que leurs resultats respectifs pussent servir de contrôle l'un à l'autre. Le premier consiste dans la mesure immédiate de cet angle faite dans le méridien magnétique, le second dans la déduction du même élément résultant de la mesure de l'inclinaison de l'aiguille dans deux plans verticaux rectangulaires. Enfin, après avoir effectué ces mesures avec l'aiguille telle qu'on l'avoit d'abord placée, on en a changé les pôles à l'aide de barreaux aimantés et on a recommencé toute l'opération, pour en rendre le résultat indépendant des défauts d'équilibre qui auroient pu exister dans la suspension de l'aiguille. Je vais rapporter, maintenant, toutes les mesures successives, telles qu'elles ont été obtenues.

Pour déterminer l'inclinaison de l'aiguille dans le méridien magnétique, il falloit d'abord trouver la direction exacte de ce méridien. On y parvient facilement, en cherchant celle dans laquelle l'aiguille devient verticale dans sa position moyenne, parce que le plan vertical correspondant à cette direction est perpendiculaire à celui du méridien magnétique. Ainsi, Mr. Arago a trouvé que l'aiguille devenoit verticale, le limbe du cercle d'inclinaison étant dirigé vers le Sud, lorsque l'index, qui sert à marquer la direction du plan de ce cercle sur le cercle azimutal fixe de l'instrument, correspondoit à.............................. 82° 50';
et que lorsque le limbe étoit dirigé vers le Nord
et l'aiguille verticale, l'index se trouvoit sur... 263° 50' (1).

---

(1) L'écart de 1° de la direction exactement diamétrale dans ces deux lectures, qui tient probablement à quelque excentricité

La moyenne de ces deux arcs a donné..... 173° 20′
pour la position de l'index du cercle d'inclinaison sur le cercle azimutal correspondant au méridien magnétique, le limbe du cercle d'inclinaison étant tourné vers l'Ouest,
Et.. 353° 20′
pour cette même position, le limbe étant dirigé vers l'est.

C'est donc dans ces deux positions que Mr. Arago a d'abord mesuré à plusieurs reprises l'inclinaison magnétique, en soulevant l'aiguille avant chaque lecture pour la remettre en jeu, et notant à la suite les uns des autres les nombres de minutes correspondant à la position de ses deux extrémités dans chaque répétition de l'observation, la pointe Nord de l'aiguille se trouvant abaissée au-dessous de l'horizontale et la pointe Sud élevée au-dessus. Il a obtenu ainsi les nombres suivans :

(*a*) *Azimut de* 173° 20′ (1).

Inclin. { haut 65° 39′, 40′, 38′, 39′, 41′ / bas 65. 34, 35, 34, 35, 37 } Moyenne 65° 37′,2

(*b*) *Azimut de* 353° 20′

Inclin. { haut 65° 34′, 34′, 39′, 38′, 35′ / bas 65. 40, 40, 45, 44, 41 } Moyenne 65° 39′

Dirigeant ensuite le cercle d'inclinaison de l'aiguille dans un azimut quelconque, par exemple celui où, le limbe faisant face au Nord, l'index correspondoit à 295°, il a trouvé

---

dans la position de l'aiguille ou de l'index du cercle azimutal, montre suffisamment la nécessité d'opérer le retournement indiqué.

(1) Il ne s'agit pas ici, comme on vient de le voir, d'azimuts absolus, ou comptés sur l'horizon à partir des points Nord et Sud, mais seulement de la position, sur le cercle azimutal de l'instrument, de l'index qui se meut avec le cercle d'inclinaison au centre duquel est suspendue l'aiguille.

(*c*) *Azimut de* 295°

Inclin. { haut 76° 39′, 41′, 41′, 38′ / bas 76. 45, 47, 47, 44 } Moyenne 76° 42′,75

et en retournant le cercle d'inclinaison de 180° en azimut.

(*d*) *Azimut de* 115°

Inclin. { haut 76° 34′, 30′, 29′, 32′ / bas 76. 28, 25, 23, 27 } Moyenne 76° 28′,5.

Plaçant, enfin, le cercle d'inclinaison dans des azimuts perpendiculaires à ces derniers, il a obtenu

(*e*) *Azimut de* 205°. *Limbe face à l'Ouest.*

Inclin. { haut 68° 48′, 53′, 54′ / bas 68. 42, 48, 49 } Moyenne 68° 49′.

(*f*) *Azimut de* 25°. *Limbe face à l'Est.*

Inclin. { haut 68° 47′, 54′, 50′, 50′ / bas 68. 53, 60, 56, 56 } Moyenne 68° 53′,25.

C'est alors que Mr. Arago a changé les pôles magnétiques de l'aiguille, en la plaçant dans une boîte horizontale, et promenant en sens contraire sur l'une et l'autre face de l'aiguille, en allant de son centre à ses extrémités et à dix reprises ou doubles touches différentes, les pôles opposés de deux barreaux aimantés, ces barreaux étant inclinés en sens contraire et pressés contre l'aiguille pendant leur mouvement. Il l'a remise ensuite en place sur l'instrument dans une position inverse, la pointe qui étoit en bas du côté du Nord se trouvant maintenant en haut du côté du Sud et réciproquement. Puis reprenant toute la série des opérations précédentes, il a trouvé d'abord dans le méridien magnétique :

(*a′*) *Azimut de* 173° 20′.

Inclin. { haut 66° 9′, 12′, 2′, 5′, 2′, 1′ / bas 65. 65, 66, 58, 61, 58, 57 } Moy. 66° 3′

(*b′*) *Azimut de* 353° 20′.

Inclin. { haut 65° 52′, 50′, 51′, 53′ / bas 65. 58, 58, 57, 59 } Moyenne 65° 54′,75.

et il a obtenu ensuite, successivement, dans les deux plans verticaux rectangulaires :

(c') *Azimut de* 295°.

Inclin. {haut 76° 42′, 44′, 43′ / bas 76. 48, 49, 48} Moyenne 76° 45′,67.

(d') *Azimut de* 115°.

Inclin. {haut 76° 55′, 55′, 56′ / bas 76. 50, 51, 51} Moyenne 76° 53′.

(e') *Azimut de* 205°.

Inclin. {haut 69° 25′, 25′, 25′ / bas 69. 21, 21, 21} Moyenne 69° 23′.

(f') *Azimut de* 25°.

Inclin. {haut 69° 15′, 15′, 13′, 12′ / bas 69. 20, 20, 18, 16} Moyenne 69° 16′,12.

Après avoir rapporté dans leur ordre les observations précédentes, il ne me reste plus qu'à en tirer le résultat cherché. La moyenne de celles faites dans le méridien magnétique et comprises sous les lettres (a), (b), (a'), (b'), donne immédiatement pour l'inclinaison absolue de l'aiguille un angle de.. 65° 48′,45.

La moyenne de celles faites dans le vertical correspondant aux azimuts de 295° et 115°, comprises sous les lettres (c), (d), (c'), (d'), donne pour l'inclinaison de l'aiguille dans ce vertical.................................... 76° 42′,48.

Enfin, la moyenne de celles faites dans les azimuts de 205° et 25°, comprises sous les lettres (e), (f), (e'), (f'), donne pour l'inclinaison de l'aiguille dans le vertical perpendiculaire à ce dernier.............................. 69° 5′,34.

Or, il résulte des premiers principes de la théorie des forces magnétiques (1) que le carré de la tangente de l'inclinaison à la verticale dans le méridien magnétique est égal à la somme des carrés des tangentes des inclinaisons à la verticale observées dans deux plans quelconques rectangulaires.

Appliquant donc ce théorême aux deux moyennes pré-

(1) *Traité de Physique* de Mr. Biot T. III, p. 26.

cédentes, après en avoir pris le complément, j'en ai déduit, par le calcul logarithmique, pour l'inclinaison à la verticale un angle de 24° 11',43, dont le complément donne pour l'inclinaison absolue cherchée............ 65° 48',57.

L'accord de ce résultat et du précédent, malgré les différences sensibles qui existent dans les valeurs partielles, est remarquable, et montre que l'inclinaison actuelle de l'aiguille aimantée à Genève peut être regardée comme bien voisine de 65° 48' ½.

La valeur de cet élément à Paris est maintenant de 68°; d'où l'on voit qu'une différence de 2° 35' 23" en latitude, en produit une de 2° 11' ½ sur l'inclinaison magnétique.

Le voyage actuel de Mr. Arago dans le nord de l'Italie fournira encore, j'espère, de nouvelles et précieuses données sur ce point; et leur comparaison avec celles obtenues en 1805 par MM. de Humboldt et Gay-Lussac dans les mêmes lieux, servira à constater pour chacun d'eux la diminution de l'inclinaison magnétique qui s'est opérée dans l'intervalle, diminution qui a été de plus de 1° à Paris.

Mr. Arago a joint à Genève aux observations de l'inclinaison, celles du nombre d'oscillations faites, dans un intervalle de temps déterminé, par un barreau magnétique horizontal, suspendu à un fil de soie sans torsion; et l'appareil dont il s'est servi pour cela, est celui même avec lequel il a fait sa découverte récente de l'influence du cuivre sur l'amplitude des oscillations (1). Espérons que le retour à Genève de cet astronome et physicien si distingué, nous permettra de recevoir de sa propre bouche, au sein d'une Société qui a l'avantage de le compter parmi ses membres honoraires, quelques détails de plus sur d'aussi intéressans sujets.

(1) Ce genre d'action n'influant pas sur la direction de la force magnétique, ne peut affecter la valeur de l'inclinaison obtenue ci-dessus.

Quelques faits relatifs a la formation de la rosée, par Georges Harvey. (*Edinb. Journ. of Sc.* N.° V, p. 69).

(*Traduction*).

La tour de l'église de St. André, à Plymouth, est située à environ 500 *yards* à l'est de la prairie qui a été jusqu'à présent le théâtre de mes expériences sur le sujet intéressant de la rosée; la hauteur du sommet de cette tour au-dessus du sol est de cent dix pieds. Dans le but de déterminer la loi suivant laquelle la rosée se dépose à différentes hauteurs au-dessus de la surface du terrain, j'ai fait, de concert avec Mr. Pridham, des observations correspondantes, au haut de la tour, et dans la prairie. Parmi plusieurs résultats intéressans, je rapporterai ici de préférence, ceux que j'ai obtenus dans la nuit du 21 mai (1825), à cause de l'égalité que nous remarquames alors, tant dans la température de l'air, que dans la quantité de rosée, qui se déposa sur des corps de même espèce, placés sur des substances douées de différens degrés de rayonnement.

La nuit étoit sereine et tranquille; mais le ciel n'étoit pas parfaitement pur. La première observation fut faite à dix heures du soir; la température de l'air, au sommet de la tour, étoit de 51°(8°,44 R.): elle étoit la même à trois pieds au-dessus du sol. Il est à remarquer que cette température fut constante pendant toute la nuit; car deux thermomètres à minimum, placés aux deux stations, ne descendirent point

au-dessous de 51°. Au moment de la première observation de la température de l'air, celle de l'herbe étoit de 49°½; (7°,77R.) Nous plaçames alors sur le gazon des plaques de verre et d'étain, sur lesquelles furent posées des touffes de laine, du poids de douze grains, et présentant à l'air la même surface rayonnante. De pareilles touffes de laine furent placées dans les mêmes circonstances au sommet de la tour. Le jour suivant à six heures et demie du matin, le poids de chacune des touffes de laine de la prairie, avoit augmenté de quatorze grains; l'augmentation de poids de celles de la tour n'étoit que de sept grains et demi. Dans cette expérience, la température fut, durant toute la nuit, constante, et la même aux élévations de trois et de cent dix pieds. Une égale quantité de rosée se déposa dans la prairie sur des masses de même substance placées sur des corps d'inégal rayonnement; et au haut de la tour, le résultat fut le même; seulement la quantité d'eau déposée fut moindre. Dans tout le cours de mes expériences, je n'avois jamais observé une semblable égalité de température.

Gersten remarque (1) qu'une surface horizontale se charge plus abondamment de rosée qu'une autre placée perpendiculairement au sol. Ce qui provient de ce que celle-ci rayonne moins que la première. Pour confirmer par l'expérience cette remarque, je choisis une soirée très-sereine, dans laquelle le ciel étoit parfaitement dégagé de nuages. Un cube creux d'étain de six pouces de côté, fut disposé dans ma prairie, à deux pouces au-dessus du gazon, ses quatre faces verticales étant également exposées à un horizon sans nuages: à chacune de ces dernières ainsi qu'à la face supérieure on fixa une touffe de laine de même sur-

(1) Wells. Essai sur la Rosée; Trad. de Tordeux; p. 104.

face rayonnante. L'air étoit si calme, qu'un flambeau brûloit sans que sa flamme eût le moindre mouvement. Le lendemain, à cinq heures du matin, le poids de la touffe supérieure avoit augmenté de quinze grains; les quatre autres, fixées à des plans verticaux, n'avoient augmenté que de cinq grains. Si donc les quantités déposées sont regardées comme la mesure du rayonnement des surfaces, celui de la face supérieure est à celui de l'une des faces verticales dans le rapport de 3 à 1. Cette différence ne peut provenir que de la position de ces surfaces (1). Toutes les faces du cube étoient couvertes de gouttes de rosée; celles du haut étoient les plus grosses; et il étoit même fort curieux d'observer le décroissement de ces gouttes du haut en bas des faces latérales.

La même expérience fut répétée, dans une autre soirée, pendant laquelle une légère brise souffloit de l'est. Le cube fut alors placé de manière à présenter directement au vent l'une de ses faces. Pendant la nuit la touffe de laine supérieure prit dix grains de rosée, malgré la brise qui souffloit légèrement à sa surface; sur la face exposée au vent, la laine ne prit qu'un grain et demi; sur la face opposée et

(1) Le Dr. Wells remarque avec justesse (p. 59 de la trad. citée) que, « le même degré de froid dans le corps précipitant, peut être accompagné de beaucoup, de peu, ou même de point du tout de rosée, suivant l'état d'humidité de l'air. » Il paroît de là que le rapport entre la température du corps sur lequel la rosée se dépose et la quantité de cette rosée déposée *à différentes époques*, doit varier; mais que les quantités déposées en *même temps* sur des surfaces de *même nature*, différemment situées relativement à la voûte céleste, peuvent être regardées, sans erreur notable, comme les mesures comparatives du rayonnement de ces surfaces (A).

bien abritée, l'accroissement fut de cinq grains et demi (1). Les deux autres faces, semblablement placées relativement au vent, reçurent chacune deux grains de rosée; l'action du vent sur ces deux touffes diminuoit dans ce cas leur rayonnement (2).

Cette expérience montre clairement combien la présence du vent met obstacle à la formation de la rosée. Dans l'expérience pendant laquelle l'air étoit calme, les quatre touffes des surfaces verticales, étoient dans les mêmes circonstances et avoient le même rayonnement; aussi furent-elles également chargées de rosée. Dans cette dernière les quantités d'eau déposées sur les deux faces perpendiculaires à la direction du vent, furent dans le rapport de 11 à 3. Il faut remarquer encore combien l'effet produit par l'action directe du vent sur la touffe de la face est, différa peu de celui produit par son action latérale sur les faces nord et sud.

Observons que, quoique la face ouest du cube fût, par sa position, beaucoup plus abritée que la supérieure, celle-ci cependant reçut le double plus de rosée que la première. De plus, la surface supérieure ayant été tout aussi exposée à l'autre latérale du vent que les deux faces nord et sud, le résultat montre évidemment combien la position de la première augmentoit son rayonnement, puisqu'elle reçut dix grains de rosée, tandis que les deux autres n'en reçurent que deux.

Plymouth, *mai* 1825.

---

(1) Ceci est conforme à la remarque du Dr. Wells qui dit qu'un corps placé sur celui des flancs d'un vaisseau qui est sous le vent, reçoit plus de rosée qu'un autre corps placé sur le flanc opposé (A).

(2) Le rayonnement n'étoit pas diminué; mais seulement le renouvellement de l'air rendoit aux touffes de laine, du calorique, à mesure qu'elles en perdoient par le rayonnement (R).

POLICE

POLICE MÉDICALE.

Essai sur les cloaques ou égouts de la ville de Paris, par A. J. B. B. Parent Duchatelet, M. D., Chevalier de la Légion-d'Honneur, etc., etc. Paris in-8.°

(*Extrait*).

Mr. Parent Duchatelet entreprend de traiter un sujet difficile, dont aucun médecin ne s'est encore occupé. Cependant, sous le rapport de l'hygiène publique des grandes villes, ce sujet est digne de toute notre attention.

Il ne suffit pas en effet de procurer à une ville la quantité d'eau qui lui est nécessaire pour les besoins de la vie et le service des usines et des manufactures; il faut, lorsque cette eau s'est chargée de toutes les impuretés qui nuisent à notre santé et à notre bien-être, l'en débarrasser; autrement en se corrompant, elle seroit une cause d'infection, et rendroit inhabitables les lieux où les hommes l'auroient amenée par leur art et leur industrie; de là la nécessité des égouts et des cloaques que nous voyons toujours dans les grandes villes tant anciennes que modernes, qui ont été abondamment pourvues d'eau; ils appartiennent au systême des aqueducs, et en sont une conséquence indispensable.

Paris, par sa position dans une vallée presqu'horizontale, qui permet avec peine l'écoulement des eaux, avoit plus besoin qu'aucune autre ville d'un systême d'égouts bien entendu; l'accroissement prodigieux de la population en fit successivement construire plusieurs dont le hasard, plutôt

que le calcul, indiqua la direction; ce n'est guères que depuis cent cinquante ans qu'on leur porte une attention plus particulière, et qu'ont été conçus et entrepris les immenses travaux que l'on y admire aujourd'hui.

Que d'hommes dans Paris, uniquement occupés de leurs plaisirs, ou livrés à leurs affaires, parcourent cette ville dans tous les sens et ignorent qu'ils ne peuvent faire un pas sans fouler aux pieds les monumens les plus utiles, puisque ces monumens contribuent à la conservation de la santé, et que, s'ils cessoient un seul instant d'exister, ou même d'être régulièrement entretenus, cette ville deviendroit inhabitable! Ces heureux du siècle ne savent pas non plus que, pour l'entretien de ces lieux éminemment nécessaires, une classe d'ouvriers se condamnent volontairement à passer leur vie dans ces souterrains infects, exposés continuellement à des émanations délétères qui les entourent, et qui viennent trop fréquemment abréger leurs jours d'une manière tragique.

On ne peut se rendre compte de l'espèce de dédain que semblent avoir pour cet important sujet la plupart des hommes instruits. D'importantes et magnifiques recherches ont été faites sur les fosses d'aisance et sur ceux qui y travaillent, et rien sur les égouts et les égoutiers. Cependant on peut affirmer, par la connoissance que procurent l'examen et l'étude approfondie de ces deux genres d'établissemens si importans dans une grande ville, que les égouts sont pour le moins aussi essentiels que les fosses d'aisance, et que les dangers qui environnent les égoutiers, sont et plus grands et plus nombreux que ceux auxquels sont exposés les ouvriers gadouards.

Mais combien est petit le nombre de ceux qui réfléchissent un peu aux conséquences d'un établissement! Parce que cet établissement obscur ne frappe pas les yeux, on ignore

par quel moyen la santé est conservée ; comment l'air qui nous environne est respirable ; par quel miracle un quartier qui n'étoit naguères qu'un marais infect, se trouve couvert de palais, et des plus magnifiques théâtres. On ne pense pas non plus aux malheureux qui y passent leur vie, parce qu'ils ne frappent point nos regards, parce que nous n'avons avec eux aucune relation, parce que nous ne savons, ni quand l'eau les engloutit, ni quand des émanations infectes les détruisent : au lieu que, les fosses d'aisance étant dans nos habitations, nous en sentons mieux que qui que ce soit et les inconvéniens et les avantages, que nous ne quittons pas nos maisons quand on les ouvre, et que, s'il arrive le moindre accident à un ouvrier, il est aussitôt le sujet des conversations de tout le monde, par l'empressement que l'on met à en raconter tous les détails.

Il suffit de lire l'histoire de Rome et de toutes les grandes villes modernes, en particulier celle de Paris, pour savoir que les égouts ont non-seulement rendu habitables un grand nombre de lieux qui ne l'auroient pas été sans cela, mais encore qu'ils ont fait disparoître pour toujours des épidémies, qui, avant leur établissement, revenoient d'une manière presque périodique.

Les anciens, qui sous le rapport de la salubrité publique ont fait tant de sages ordonnances, auxquelles les progrès des sciences n'ont pu rien ajouter, ont mieux senti que nous l'importance des égouts. Ils les mettoient sous la protection de leurs divinités ; Rome avoit son dieu Sterquilinus, et ses déesses Cloacine et Méphitine. Plusieurs des cloaques qu'ils ont fait construire, ont traversé les siècles, et font encore aujourd'hui le sujet de notre admiration. L'histoire nous apprend qu'ils en confioient le soin et la surveillance à leurs premiers magistrats ; Epaminondas en fut

chargé à Thèbes, et nous voyons à Rome cette fonction entre les mains de Cicéron et du gendre même d'Auguste, le célèbre Agrippa.

L'histoire des égouts de la ville de Paris est pleine de faits curieux qui, pour la plupart de nos lecteurs, auront sans doute le mérite de la nouveauté. Sous le règne de Charles VI Hugues Aubriot, Prevôt des marchands fit revêtir et couvrir de maçonnerie la rigole découverte, qui venoit du quartier Montmartre et qui conduisoit les eaux dans le ruisseau de Ménilmontant; c'est le plus ancien égout qui ait été construit à Paris; voilà pourquoi, sans doute, quelques historiens ont attribué à Hugues Aubriot le premier établissement des égouts.

Tout l'espace compris entre l'enceinte de Philippe-Auguste, la rue St. Antoine, les fossés de la Bastille et la rivière, fut, comme on sait, l'habitation ordinaire des Rois de France pendant le quatorzième siècle; les eaux de ce quartier descendoient vers l'emplacement actuel de la fontaine de Biragues, vis-à-vis l'église St. Paul; là, elles entroient dans un égout couvert, pratiqué sous la rue St. Antoine, qui les conduisoit jusqu'aux fossés de la Bastille. Le voisinage de cet égout, appelé *le pont Perrin*, étoit d'une incommodité excessive pour l'Hôtel St. Paul; il fut détourné en 1412, à travers la Culture Ste. Catherine.

Il est aisé de concevoir que les égouts découverts, dont le développement étoit considérable et la pente très-foible, se trouvoient fréquemment encombrés d'immondices et d'eaux stagnantes. Le Palais des Tournelles, situé dans l'emplacement actuel de la Place Royale et des rues adjacentes, étoit particulièrement incommodé par le voisinage de cet égout Ste. Catherine dont nous venons de parler. Louis XII et François I qui habitoient ce palais, s'en plaignirent à diverses reprises, et demandèrent au Prevôt des marchands d'en détourner le cours. Soit que l'on jugeât ce changement im-

praticable, soit que la ville n'eût pas les moyens de l'opérer, les ordres qui furent donnés à cet égard restèrent sans exécution ; il est même constant que pour procurer à sa mère, la Duchesse d'Angoulême, une habitation plus salubre que le Palais des Tournelles, François I fit négocier en 1518 l'échange de sa terre de Chanteloup contre l'emplacement actuel des Tuileries.

Henri II, qui continua à demeurer au Palais des Tournelles, fit appeler à St. Germain, en 1550, le Prevôt des marchands, et l'un des Echevins, pour leur renouveler l'ordre formel de changer le cours de l'égout qui passoit autour de son palais. Il leur prescrivit d'examiner s'il n'étoit pas possible de le conduire dans la Seine ou dans les fossés de la ville; il chargea en même temps Philibert de Lorme, son architecte, de reconnoître, de concert avec le bureau de la ville, les meilleures dispositions à prendre pour opérer ce changement. Comme on s'occupoit dans ce temps du grand projet de rendre navigables les fossés de l'enceinte de Charles V, depuis la Bastille jusqu'au Louvre, en y introduisant un bras de la Seine, on se proposa d'y faire tomber les égouts, mais ce projet ne fut pas exécuté.

De nouvelles lettres du Roi au bureau de la ville du 23 mars 1553, prescrivirent de changer le cours des égouts; on se borna à enregistrer les lettres, et à donner l'ordre au maître des œuvres de faire nettoyer tous les ans les égouts dont on se plaignoit.

L'accident qui occasionna la mort de Henri II en 1559, ayant, comme on sait, déterminé Catherine de Médicis à abandonner le Palais des Tournelles, il fut démoli en 1564. Ainsi les motifs de détourner les égouts dont ce palais étoit entouré, cessèrent d'exister.

Les choses restèrent dans le même état, jusqu'au règne de Henri IV sous lequel, en 1605, François Miron, Prevôt

des marchands, fit revêtir de maçonnerie l'égout du Ponceau, depuis la rue St. Denis, jusqu'à la rue St. Martin ; et ce qui est digne de remarque, c'est qu'il fit exécuter ce travail à ses propres dépens. Cependant les successeurs de François Miron n'apportèrent pas le même zèle à l'amélioration et à l'entretien des égouts ; il paroît même que l'on négligea d'en faire le nettoiement annuel qui avoit été ordonné, puisqu'en 1610, Marie de Médicis, régente, craignant que la stagnation des immondices dont ils étoient encombrés, n'occasionnât quelque maladie contagieuse, chargea un trésorier de France de passer l'adjudication de ce nettoyement.

A partir de ce temps, l'on construisit et l'on voûta un grand nombre d'égouts. Louis XIV ayant formé le Conseil de police, des meilleurs têtes et des plus grands seigneurs de la cour, lui enjoignit de *s'occuper principalement* de la netteté et de la salubrité de la ville ; et comme le bon état des égouts devoit nécessairement y contribuer, il fut arrêté que le Prévôt des marchands et les Echevins en feroient la visite tous les ans, accompagnés du maître des œuvres. Les procès-verbaux de ces visites sont inscrits dans les registres de la ville.

Dès-lors, les égouts de la ville de Paris ont constamment fixé l'attention de l'autorité ; l'on voit figurer les personnes les plus respectables, en particulier, le célèbre Turgot, dans la série des directeurs de ces utiles établissemens. Napoléon lui-même ne leur refusa point son attention ; il visita en personne les magnifiques constructions qu'il avoit fait ajouter à ces immenses ouvrages, qui n'avoient pu être exécutés que dans l'espace de quatre cents ans.

Mr. Parent Duchatelet examine la nature des substances entraînées par l'eau dans les égouts de Paris ; la manière dont ces substances se comportent avec cette eau ; l'odeur,

la température particulière aux égouts ; les dispositions de police relatives à ces canaux souterrains ; la manière dont se fait leur curage. Tous ces sujets sont fort bien traités, mais nous ne suivrons point notre auteur dans les détails qu'il en donne, parce qu'ils sont nécessairement dénués d'intérêt général.

Nous nous hâtons d'arriver au chapitre où Mr. P. D. s'occupe de l'influence des égouts sur la Seine ; cet objet est d'autant plus important, que ce fleuve traverse Paris, dans un espace de deux lieues, et que ses eaux servent à la boisson de huit cent mille individus.

Pour bien apprécier l'influence dont il s'agit, il faudroit connoître le rapport qui existe entre la masse des eaux de la Seine, et la masse des eaux des égouts, et savoir dans quelle proportion il faut qu'elles soient mélangées pour être ou innocentes ou nuisibles. La difficulté de déterminer ces deux élémens a causé une grande diversité d'opinions.

Tout le monde sait avec quel soin ont été faites les analyses comparatives de l'eau de la Seine prise avant le pont d'Austerlitz et après le pont d'Iéna, lesquelles ont prouvé qu'il n'existoit aucune différence dans la composition de l'eau prise à ces deux points si opposés ; d'où les chimistes ont conclu que les ruisseaux de Paris n'ont aucune influence sur la Seine, que l'eau des ruisseaux est entièrement neutralisée par celle du fleuve, et qu'on peut en conséquence regarder absolument comme nulle, l'influence fâcheuse que la première pourroit avoir sur la seconde. Mais en réfléchissant à ces faits on sent que des principes d'infection qui échappent à l'analyse, peuvent cependant exister : l'art n'embrasse pas encore dans toute son étendue les opérations de la nature, et sur l'un des premiers objets de la salubrité qui intéressent les hommes, il faut d'autres cer-

titudes que des preuves négatives de ce genre, pour bannir tout doute, et mettre à même de prononcer.

Il ne sera pas hors de ce sujet de rapporter quelques traits de l'histoire de France, qui montrent le soin qu'on prenoit en d'autres temps pour conserver la pureté des eaux de la Seine.

Une ordonnance du Prévôt de Paris, de 1348, et un édit du roi Jean, de 1356, enjoignoient aux particuliers de ne point jeter leurs immondices dehors pendant la pluie, de peur que l'eau ne les entraînât dans la rivière.

Une autre ordonnance du Prévôt des marchands, de 1388, défend, sous la peine de 60 sols d'amende, de jeter dans la Seine, ou dans ses bras, aucune boue ou fumier.

Des lettres-patentes de Charles VI, portent : « Que plusieurs personnes jetoient et apportoient à la rivière de Seine à Paris, tant de boue, de fumier et d'autres ordures, immondices et putrefactions, que *les eaux en étoient corrompues*, ce qui *portoit un notable préjudice à la santé.* »

Le règlement du 28 juin 1414, à l'article qui regarde la salubrité, porte, entr'autres choses, que les chirurgiens seroient tenus de porter le sang des personnes qu'ils auroient saignées, dans la rivière, *au-dessous de la ville.*

Un arrêt du Parlement du 21 juin 1586, confirme une sentence du bureau de la ville, portant condamnation au fouet contre un compagnon des basses-œuvres, pour avoir jeté des matières fécales dans la rivière.

Enfin, une ordonnance de Charles IX, de 1567, ne permet aux bouchers de jeter le sang et les vidanges de leurs animaux dans la rivière, que depuis sept heures du soir jusqu'à deux heures après minuit ; faculté qui leur fut retirée sous Henri III, lequel leur enjoignit de porter toutes leurs issues dans des voiries particulières hors la ville.

On pourroit rapporter un grand nombre d'ordonnances

relatives au même objet, qui toutes prouveroient, si non le danger véritable du mélange des matières putrides avec la Seine, au moins le dégout qu'elles ont de tout temps inspiré.

Il n'est peut-être pas impossible de concilier les deux opinions contradictoires émises sur la manière dont l'eau des égouts se comporte avec celle de la Seine. Il faut pour cela étudier l'état de ce fleuve en hiver et en été. En hiver, grossie par des pluies, resserrée entre des quais élevés et rapprochés, gênée par des ponts multipliés, elle acquiert par ces causes et par sa masse une grande rapidité, et entraîne en un instant tout ce qui se trouve à sa surface; si l'analyse de ses eaux a été faite dans de pareilles circonstances, il n'est pas étonnant qu'elle n'ait pas offert de différence entre celle prise à la partie supérieure, et celle prise à la partie inférieure.

En été, elle offre un état tout opposé, réduite alors à un simple filet d'eau, elle se retire au milieu de son lit, n'a de courant que dans quelques points et paroît immobile sur plusieurs; alors on peut voir que l'altération apportée dans la composition de son eau par quelques égouts, n'est pas une chimère. Il se fait, dans cette saison, un partage évident entre les parties constituantes de pesanteur spécifique variable, que contient l'eau des égouts, au moment où elle se mêle à la Seine : les plus légères surnagent et sont lentement entraînées à la surface, les autres se précipitent à l'entrée même de l'égout ou à quelque distance au-dessous, et forment des dépôts qu'on n'aperçoit pas ordinairement, mais qui deviennent manifestes lorsqu'on agite le fond avec un filet ou autrement, ou bien lorsque la rivière devient excessivement basse.

Ce sont principalement les grands orages de l'été, et les pluies subites et abondantes qui les accompagnent, qui al-

tèrent les eaux de la Seine de la manière la plus marquée ; non-seulement elles balaient les toîts et entraînent toutes les immondices qui sont depuis long-temps à la surface du sol, mais encore la plus grande partie de celles qui se trouvent dans les égouts ; il en résulte que la Seine est tellement troublée qu'elle devient absolument noire dans toute son étendue, et reste dans cet état bien long-temps après la cessation de l'orage, ce qui tient à deux causes ; la première, c'est que les égouts continuent à debiter pendant long-temps l'eau qu'ils ont reçue ; la seconde, c'est que la Seine a un cours si lent lorsque l'eau est basse, qu'à en juger par la marche des substances qu'elle traîne à sa surface, elle doit être deux heures à traverser tout Paris.

Maintenant on concevra qu'il est facile de concilier toutes les opinions contradictoires sur l'influence qu'ont sur la Seine les substances qu'elle reçoit, et combien il est dangereux de conclure trop précipitamment et d'établir une opinion générale sur une seule observation. Il est heureux que l'impétuosité très-grande que la Seine acquiert dans ses crues d'hiver, entraîne toutes ces matières et les empêche de s'accumuler ; il est prouvé qu'il ne reste dans le fond que les matières purement solides, qui n'ont par elle-mêmes aucune action, et qui élèvent insensiblement le fond de la rivière.

L'influence des égouts non infectés sur la santé de ceux qui y travaillent, est un sujet important que n'a point négligé Mr. P. D. Les égoutiers paroissent tous secs et maigres, avec des muscles bien dessinés et un visage, chez la plupart, peu coloré et terreux qui n'est pas celui des gadouards ; ils n'ont pas non plus, comme ceux-ci, les yeux habituellement rouges, semblables à ceux des Albinos, quoiqu'ils soient exposés à l'irritation de ces parties par les exhalaisons d'ammoniaque qui sortent fort souvent de la boue

qu'ils remuent et qu'ils entraînent; en général, et ceci est digne de remarque, leur santé peut être considérée comme parfaite et fort rarement dérangée.

La vie des égoutiers n'est nullement abrégée; Charpiau avoit plus de soixante-dix ans quand Mr. P. D. le vit pour la dernière fois chez lui; cet ouvrier travailloit dans les égouts depuis plus de quarante ans. Une chose fort remarquable, c'est que les jambes de tous les égoutiers sont sèches, quoiqu'ils les aient constamment dans l'eau; car les bottes qu'on leur voit sont loin d'être imperméables, et ne servent à les défendre que du sable et du verre, qui se trouvent en abondance au milieu de la boue. Ces ouvriers eux-mêmes ont coutume de dire que la vase dans laquelle ils marchent est le meilleur onguent pour les maladies des jambes et celles de la peau; leur opinion paroît assez fondée.

Cependant lorsque cette vase est déposée depuis longtemps et qu'elle est devenue un foyer de putréfaction, elle produit des effets bien différens. L'égout Amelot avoit déposé dans les fossés de la Bastille où il débouche, une masse immense de vase noire et infecte, qu'il a fallu en extraire avec des peines infinies, et à l'aide d'un nombre considérable d'ouvriers qui y ont été employés pendant plusieurs mois; une partie de ces ouvriers étoient dans la boue jusqu'au-dessus du genou et n'en sortoient pas de la journée; la plupart alternoient cette occupation avec d'autres moins pénibles, mais quelques-uns l'ont continuée sans interruption pendant un mois ou six semaines. Ces derniers ont tous éprouvés, sans exception, au second ou au troisième jour une rougeur extrême de toutes les parties, qui avoient été enfoncées dans la boue; cette rougeur s'accompagnoit d'une démengeaison et d'une cuisson insupportables, que tous ont comparées à l'action du sel sur une partie dénudée. La rougeur disparoissoit avec la cuisson si l'ouvrier interrompoit

ces travaux ; mais s'il les continuoit, il se formoit sur la peau une éruption, tellement semblable à celle de la gale que la comparaison n'échappoit pas à ces gens, qui, pour la plupart, avoient été militaires ; elle se séchoit ensuite, et disparoissoit sous forme de poussière, en laissant la peau excessivement dure et âpre.

Une chose digne de remarque, c'est que pendant toute la campagne, pas un seul de ces ouvriers n'a été pris de fièvre intermittente ; nouvelle contradiction avec les opinions généralement reçues et enseignées, sur l'influence de ces sortes de localités, et de cette espèce de travaux ; tout n'est donc pas connu sur cette partie de l'hygiène.

Si l'influence des égouts non infectés sur la santé des ouvriers qui y travaillent, est à-peu-près nulle, quelque fois même salutaire ; si le sort de ces ouvriers qui y passent leur vie, ne nous a pas paru aussi pénible qu'on l'auroit cru au premier aspect, nous devons nous détromper et savoir, que les dangers les environnent continuellement, et qu'il suffit de la cause la plus légère, et souvent la plus inappréciable, pour les tuer en un instant.

En 1782, huit ouvriers furent asphyxiés dans l'égout Amelot peu de temps après y avoir travaillé. En 1785, cinq ouvriers descendus dans le grand égout, furent également asphyxiés ; mais ayant été secourus à temps ils revinrent à la vie. En 1787 deux autres furent asphyxiés, et périrent à l'hôpital où on les avoit transportés ; par un hasard singulier, les autres ouvriers qui travailloient à côté de ceux-ci, n'éprouvèrent aucun mal. De 1793 à 1820, il survint de temps en temps des accidens qui furent moins graves que les précédens ; il paroît que ces hommes instruits par l'expérience prenoient plus de précaution, ou que la police des égouts étoit mieux faite à cette époque que précédemment.

Les recherches de Mr. P. D. l'ont convaincu que les as-

phyxies qui ont lieu dans les égouts ,sont identiques avec celles que procurent les fosses d'aisance, c'est-à-dire qu'elles dépendent le plus souvent de l'étouffement que détermine une proportion trop considérable d'azote dans l'air que l'on respire, ou de la présence d'une certaine quantité d'hydrogène sulfuré, qui absorbé dans le poumon par le sang qui y circule, détermine ensuite dans toute l'économie des accidens très-graves de nature tout-à-fait distincte, et que l'on peut considérer comme un véritable empoisonnement.

Nous avons vu que le métier de cureur d'égouts, n'étoit pas seulement repoussant, mais qu'il présentoit même des dangers de plus d'un genre ; comment se fait-il donc, que malgré ces dangers, malgré la fatigue extrême et le dégoût inséparable de ces travaux, malgré surtout, la modicité du salaire (deux francs par jour) ; comment se fait - il qu'on puisse trouver des hommes disposés à s'y consacrer ? Cependant, non-seulement on en trouve, mais il est encore à remarquer qu'ils s'attachent tellement à cette profession, qu'ils la quittent rarement après l'avoir embrassée. Comment expliquer cela ? En voici peut-être la raison.

Quelle que soit l'immense étendue des égouts de Paris (au-delà de 36000 mètres), les ouvriers occupés à leur entretien sont en très-petit nombre, puisqu'il n'a jamais dépassé celui de vingt-quatre, divisé en deux ateliers, celui du nord et celui du midi ; ils se connoissent donc tous, ils ne peuvent travailler isolément, ils savent quels sont les dangers qui les entourent, le besoin qu'ils ont de leurs camarades dans le péril, les services qu'ils se sont rendus en plusieurs circonstances ; il n'en est peut-être pas un seul qui ne doive la vie à son camarade ; et comme ils sont tous sans bien et sans fortune, que l'égalité la plus parfaite règne parmi eux, ils sont peut-être les seuls qui connoissent les charmes de la véritable amitié, et l'on devroit

peut-être chercher dans les égouts de Paris, le type du véritable bonheur, si le bonheur consiste dans la certitude d'avoir un véritable ami; comme l'ont pensé quelques anciens philosophes.

On se tromperoit beaucoup si l'on croyoit que la classe la plus abjecte et la plus ignorante de Paris s'adonnât seule à ces travaux, puisque tous les ouvriers égoutiers savent lire et écrire. Mr. P. D. a eu dans les mains un procès-verbal rédigé par l'un d'eux, à l'occasion de quelques accidens arrivés dans l'égout de la place du Châtelet, et il assure, qu'il eût été difficile d'y trouver quelque chose à redire; il eût été parfait si quelques fautes d'orthographe ne l'eussent déparé.

Dans le dernier chapitre Mr. P. D. traite des améliorations à faire subir au système des égouts; c'est le but et le complément de son ouvrage. Comme citoyen il s'occupe de tout ce qui intéresse les habitans de Paris, et, comme médecin, de ce qui regarde particulièrement la santé des ouvriers. Ces détails sont pleins d'intérêt pour les habitans de Paris, qui doivent en retirer un avantage immédiat et qui par la connoissance qu'ils ont de cette ville, peuvent apprécier le mérite du travail de notre auteur. Nos lecteurs, par les raisons contraires, ne pouvant partager cet intérêt, nous sauront gré sans-doute de les leur épargner.

Ch. C.

GÉOLOGIE.

Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changemens qu'elles ont produits dans le règne animal : par Mr. le B.on G. Cuvier, trois. édit. franç. *Paris* 1825.

(*Premier extrait.*)

Deux éditions du grand ouvrage de Mr. Cuvier intitulé, *Recherches sur les Ossemens fossiles*, ont paru en peu d'années, et ce livre a été aussitôt rangé, comme tous ceux qui sont sortis de la plume de son illustre auteur, parmi les ouvrages fondamentaux des deux branches auxquelles il appartient. En ouvrant à la géologie une mine riche et non-encore exploitée, de documens qui devoient jeter un grand jour sur cette science hypothétique, Mr. Cuvier avoit rassemblé dans un Discours préliminaire, toutes les déductions remarquables et les vues nouvelles que ses recherches lui fournissoient sur les révolutions de la surface du globe; sujet vaste et plein d'intérêt, dont l'importance avoit soutenu son ardeur dans le travail minutieux de l'examen des fossiles. Ce discours, véritable modèle d'une haute érudition, d'une saine logique, et d'une sage philosophie, avoit été traduit séparément dans plusieurs langues étrangères, comme un morceau de choix, qui devoit intéresser, non pas seulement les géologues et les naturalistes, mais tous ceux qui aiment à s'occuper des grandes questions de l'âge du monde.

Mr. Cuvier vient de céder au vœu du public français en en faisant réimprimer à part une troisième édition. Elle contient plusieurs modifications importantes dues aux observations des divers éditeurs étrangers, et aux progrès qu'a faits depuis la publication de la dernière édition (1), une science cultivée aujourd'hui avec plus d'ardeur que jamais. Les monumens recueillis ou visités par MM. Caillaud, Saunier, et Lelorrain, les savantes recherches de MM. Biot, Letronne, Champollion etc., ont éclairé quelques parties de la dissertation archéologique qui s'y trouve renfermée : celles de MM. Buckland, Constant-Prevost, Webster, Brongniart, ont confirmé plusieurs desrésultats géologiques de l'auteur.

Nous citerons d'abord le morceau remarquable où Mr. Cuvier peint à grands traits les époques successives du globe, telles que les montre à son œil scrutateur l'ordre dans lequel sont rangés par stratifications, les innombrables débris organiques qui composent sa surface.

« Lorsque le voyageur, » dit-il, « parcourt ces plaines fécondes, où des eaux tranquilles entretiennent par leur cours régulier une végétation abondante, et dont le sol foulé par un peuple nombreux, orné de villages florissans, de riches cités, de monumens superbes, n'est jamais troublé que par les ravages de la guerre ou par l'oppression des hommes en pouvoir, il n'est pas tenté de croire que la nature ait eu aussi ses guerres intestines, et que la surface du globe aît été bouleversée par des révolutions et des catastrophes ; mais ses idées changent dès qu'il cherche à creuser ce sol aujourd'hui si paisible, ou qu'il s'élève aux collines qui bordent la plaine ; elles se développent pour ainsi dire avec sa vue,

(1) Le *Discours préliminaire* contenu dans le premier volume de la 2.e édit. des *Recherches sur les Ossemens fossiles* avoit paru en 1821.

elles

elles commencent à embrasser l'étendue et la grandeur de ces évènemens antiques, dès qu'il gravit les chaînes plus élevées dont ces collines couvrent le pied, ou qu'en suivant les lits des torrens qui descendent de ces chaînes, il pénètre dans leur intérieur.»

»Les terrains les plus bas, les plus unis, ne nous montrent, même lorsque nous y creusons à de très-grandes profondeurs, que des couches horizontales de matières plus ou moins variées, qui enveloppent presque toutes d'innombrables produits de la mer. Des couches pareilles, des produits semblables, composent les collines jusqu'à d'assez grandes hauteurs. Quelquefois les coquilles sont si nombreuses, qu'elles forment à elles seules toute la masse du sol : elles s'élèvent à des hauteurs supérieures au niveau de toutes les mers, et où nulle mer ne pourroit être portée aujourd'hui par des causes existantes; elles ne sont pas seulement enveloppées dans des sables mobiles, mais les pierres les plus dures les incrustent souvent et en sont pénétrées de toute part. Toutes les parties du monde, tous les hémisphères, tous les continens, toutes les îles un peu considérables présentent le même phénomène. Le temps n'est plus, où l'ignorance pouvoit soutenir que ces restes de corps organisés étoient de simples jeux de la nature, des produits conçus dans le sein de la terre par ses forces créatrices; et les efforts que renouvellent quelques métaphysiciens ne suffiront probablement pas pour rendre de la faveur à ces vieilles opinions. Une comparaison scrupuleuse des formes de ces dépouilles, de leur tissu, souvent même de leur composition chimique, ne montre pas la moindre différence entre les coquilles fossiles et celles que la mer nourrit : leur conservation n'est pas moins parfaite; l'on n'y observe le plus souvent ni détrition, ni ruptures, rien qui annonce un transport violent; les plus petites d'entr'elles gardent leurs parties les plus dé-

licates, leurs crêtes les plus subtiles, leurs pointes les plus déliées; ainsi non-seulement elles ont vécu dans la mer, elles ont été déposées par la mer; c'est la mer qui les a laissées dans les lieux où on les trouve; mais cette mer a séjourné dans ces lieux; elle y a séjourné assez long-temps et assez paisiblement pour y former les dépôts si réguliers, si épais, si vastes, et en partie si solides, que remplissent ces dépouilles d'animaux aquatiques. Le bassin des mers a donc éprouvé au moins un changement, soit en étendue, soit en situation. Voilà ce qui résulte déjà des premières fouilles et de l'observation la plus superficielle.»

»Les traces de révolutions deviennent plus imposantes quand on s'élève un peu plus haut, quand on se rapproche davantage du pied des grandes chaînes.»

»Il y a bien encore des bancs coquilliers; on en aperçoit même de plus épais, de plus solides; les coquilles y sont tout aussi nombreuses, tout aussi bien conservées; mais ce ne sont plus les mêmes espèces; les couches qui les contiennent ne sont plus aussi généralement horizontales : elles se redressent obliquement, quelquefois presque verticalement; au lieu que dans les plaines et les collines plates, il falloit creuser profondément pour connoître la succession des bancs, on les voit ici par leur flanc, en suivant les vallées produites par leurs déchiremens; d'immenses amas de leurs débris forment au pied de leurs escarpemens des buttes arrondies, dont chaque dégel et chaque orage augmentent la hauteur.»

»Et ces bancs redressés qui forment les crêtes des montagnes secondaires ne sont pas posés sur les bancs horizontaux des collines qui leur servent de premiers échelons; ils s'enfoncent au contraire sous eux. Ces collines sont appuyées sur leurs pentes. Quand on perce les couches horizontales dans le voisinage des montagnes à couches obliques,

on retrouve ces couches obliques dans la profondeur : quelquefois même, quand les couches obliques ne sont pas trop élevées, leur sommet est couronné par des couches horizontales. Les couches obliques sont donc plus anciennes que les couches horizontales ; et comme il est impossible, du moins pour le plus grand nombre, qu'elles n'aient pas été formées horizontalement, il est évident qu'elles ont été relevées ; qu'elles l'ont été avant que les autres s'appuyassent sur elles (1). »

»Ainsi la mer, avant de former les couches horizontales, en avoit formé d'autres, que des causes quelconques avoient brisées, redressées, bouleversées de mille manières ; et, comme plusieurs de ces bancs obliques qu'elle avoit formés plus anciennement s'élèvent plus haut que ces couches horizontales qui leur ont succédé, et qui les entourent, les causes, qui ont donné à ces bancs leur obliquité, les avoient aussi fait saillir au-dessus du niveau de la mer, et en avoient fait des îles, ou au moins des écueils et des inégalités, soit qu'ils eussent été relevés par une extrémité, ou que l'affaissement de l'extrémité opposée eût fait baisser les eaux; second résultat non moins clair, non moins démontré que le premier, pour quiconque se donnera la peine d'étudier les monumens qui l'appuient. »

---

(1) L'idée soutenue par quelques géologistes, que certaines couches ont été formées dans la position oblique où elles se trouvent maintenant, en la supposant vraie pour quelques-unes qui se seroient cristallisées, ainsi que le dit Mr. Greenough, comme les dépôts qui incrustent tout l'intérieur des vases où l'on fait bouillir des eaux gypseuses, ne peut du moins s'appliquer à celles qui contiennent des coquilles ou des pierres roulées, qui n'auroient pu attendre, ainsi suspendues, la formation du ciment qui devoit les agglutiner. (A)

» Mais ce n'est point à ce bouleversement des couches anciennes, à ce retrait de la mer après la formation des couches nouvelles, que se bornent les révolutions et les changemens auxquels est dû l'état actuel de la terre. »

» Quand on compare entr'elles, avec plus de détails, les diverses couches, et les produits de la vie qu'elles recèlent, on reconnoît bientôt que cette ancienne mer n'a pas déposé constamment des pierres semblables entr'elles, ni des restes d'animaux de mêmes espèces, et que chacun de ses dépôts ne s'est pas étendu sur toute la surface qu'elle recouvroit. Il s'y est établi des variations successives, dont les premières seules ont été à-peu-près générales, et dont les autres paroissent l'avoir été beaucoup moins. Plus les couches sont anciennes, plus chacune d'elles est uniforme dans une grande étendue; plus elles sont nouvelles, plus elles sont limitées, plus elles sont sujettes à varier à de petites distances. Ainsi les déplacemens des couches étoient accompagnés et suivis de changemens dans la nature du liquide et des matières qu'il tenoit en dissolution; et lorsque certaines couches, en se montrant au-dessus des eaux, eurent divisé la surface des mers par des îles, par des chaînes saillantes, il put y avoir des changemens différens dans plusieurs des bassins particuliers. »

» On comprend qu'au milieu de telles variations dans la nature du liquide, les animaux qu'il nourrissoit ne pouvoient demeurer les mêmes. Leurs espèces, leurs genres même, changeoient avec les couches; et quoiqu'il y ait quelques retours d'espèces à de petites distances, il est vrai de dire, en général, que les coquilles des couches anciennes ont des formes qui leur sont propres; qu'elles disparoissent graduellement, pour ne plus se montrer dans les couches récentes, encore moins dans les mers actuelles, où l'on ne découvre jamais leurs analogues d'espèces, où

plusieurs de leurs genres eux-mêmes ne se retrouvent pas; que les coquilles des couches récentes au contraire ressemblent, pour le genre, à celles qui vivent dans nos mers, et que dans les dernières et les plus meubles de ces couches, et dans certains dépôts récens et limités, il y a quelques espèces que l'œil le plus exercé ne pourroit distinguer de celles que nourrissent les côtes voisines. »

» Il y a donc eu dans la nature animale une succession de variations qui ont été occasionnées par celles du liquide dans lequel les animaux vivoient, ou qui du moins leur ont correspondu; et ces variations ont conduit par degrés, les classes des animaux aquatiques à leur état actuel; enfin, lorsque la mer a quitté nos continens pour la dernière fois, ses habitans ne différoient pas beaucoup de ceux qu'elle alimente encore aujourd'hui. »

» Nous disons *pour la dernière fois*, parce que, si l'on examine avec encore plus de soin ces débris des êtres organiques, on parvient à découvrir au milieu des couches marines, même les plus anciennes, des couches remplies de productions animales ou végétales de la terre et de l'eau douce; et, parmi les couches les plus récentes, c'est-à-dire, les plus superficielles, il en est où des animaux terrestres sont ensevelis sous des amas de productions de la mer. Ainsi, les diverses catastrophes qui ont remué les couches n'ont pas seulement fait sortir par degrés, du sein de l'onde, les diverses parties de nos continens et diminué le bassin des mers; mais ce bassin s'est déplacé en plusieurs sens. Il est arrivé plusieurs fois que des terrains mis à sec ont été recouverts par les eaux, soit qu'ils aient été abîmés, ou que les eaux aient été seulement portées au-dessus d'eux; et pour ce qui regarde particulièrement le sol que la mer a laissé libre dans sa dernière retraite, celui que l'homme et les animaux terrestres habitent maintenant, il avoit déjà été

desséché une fois, et avoit nourri alors des quadrupèdes, des oiseaux, des plantes et des productions terrestres de tous les genres : la mer qui l'a quitté l'avoit donc auparavant envahi. Les changemens dans la hauteur des eaux n'ont donc pas consisté seulement dans une retraite plus ou moins graduelle, plus ou moins générale ; il s'est fait diverses irruptions et retraites successives, dont le résultat définitif a été cependant une diminution universelle de niveau. »

» Mais, ce qu'il est aussi bien important de remarquer, ces irruptions, ces retraites répétées, n'ont point toutes été lentes, ne se sont point toutes faites par degrés ; au contraire, la plupart des catastrophes qui les ont amenées ont été subites ; et cela est surtout facile à prouver pour la dernière de ces catastrophes ; pour celle qui par un double mouvement a inondé et ensuite remis à sec nos continens actuels, ou du moins une grande partie du sol qui les forme aujourd'hui. Elle a laissé encore, dans les pays du nord, des cadavres de grands quadrupèdes que la glace a saisis, et qui se sont conservés jusqu'à nos jours avec leur peau, leur poil et leur chair. S'ils n'eussent été gelés aussitôt que tués, la putréfaction les auroit décomposés. Et d'un autre côté, cette gelée éternelle n'occupoit pas auparavant les lieux où ils ont été saisis ; car ils n'auroient pas pu vivre sous une pareille température. C'est donc le même instant qui a fait périr les animaux, et qui a rendu glacial le pays qu'ils habitoient. Cet évènement a été subit, instantané, sans aucune gradation, et ce qui est si clairement démontré pour cette dernière catastrophe ne l'est guères moins pour celles qui l'ont précédée. Les déchiremens, les redressemens, les renversemens des couches plus anciennes ne laissent pas douter que des causes subites et violentes ne les aient mises en l'état où nous les voyons ; et même la force des mou-

vemens qu'éprouva la masse des eaux est encore attestée par les amas de débris et de cailloux roulés qui s'interposent en beaucoup d'endroits entre les couches solides. La vie a donc souvent été troublée sur cette terre par des évènemens effroyables. Des êtres vivans, sans nombre, ont été victimes de ces catastrophes; les uns habitans de la terre sèche se sont vus engloutis par des déluges; les autres, qui peuploient le sein des eaux, ont été mis à sec avec le fond des mers subitement relevé; leurs races mêmes ont fini pour jamais, et ne laissent dans le monde que quelques débris à peine reconnoissables pour le naturaliste.»

» Telles sont les conséquences où conduisent nécessairement les objets que nous rencontrons à chaque pas, que nous pouvons vérifier à chaque instant dans presque tous les pays. Ces grands et terribles évènemens sont clairement empreints partout pour l'œil qui sait en lire l'histoire dans leurs monumens. »

»Mais ce qui étonne davantage encore, et ce qui n'est pas moins certain, c'est que la vie n'a pas toujours existé sur le globe, et qu'il est facile à l'observateur de reconnoître le point où elle a commencé à déposer ses produits. »

»Elevons-nous encore; avançons vers les grandes crètes, vers les sommets escarpés des grandes chaînes: bientôt ces débris d'animaux marins, ces innombrables coquilles, deviendront plus rares, et disparoîtront tout-à-fait; nous arriverons à des couches d'une autre nature, qui ne contiendront point de vestiges d'êtres vivans. Cependant elles montreront par leur cristallisation, et par leur stratification même, qu'elles étoient aussi dans un état liquide quand elles se sont formées; par leur situation oblique, par leurs escarpemens, qu'elles ont aussi été bouleversées; par la manière dont elles s'enfoncent obliquement sous les couches coquillères,

qu'elles ont été formées avant elles; enfin, par la hauteur dont leurs pics hérissés et nus s'élèvent au-dessus de toutes ces couches coquillères, que ces sommets étoient déjà sortis des eaux quand les couches coquillères se sont formées.»

»Telles sont ces fameuses montagnes primitives ou primordiales, qui traversent nos continens en différentes directions, s'élèvent au-dessus des nuages, séparent les bassins des fleuves, tiennent dans leurs neiges perpétuelles les réservoirs qui en alimentent les sources, et forment en quelque sorte le squelette, et comme la grosse charpente de la terre.»

»D'une grande distance l'œil aperçoit dans les dentelures dont leur crète est dechirée, dans les pics aigus qui la hérissent, des signes de la manière violente dont elles ont été élevées : bien différentes de ces montagnes arrondies, de ces collines à longues surfaces plates, dont la masse récente est toujours demeurée dans la situation où elle avoit été tranquillement déposée par les dernières mers.»

»Ces signes deviennent plus manifestes à mesure que l'on approche.»

»Les vallées n'ont plus ces flancs en pente douce, ces angles saillans, et rentrant vis-à-vis l'un de l'autre, qui semblent indiquer les lits de quelques anciens courans: elles s'élargissent et se rétrécissent sans aucune règle; leurs eaux tantôt s'étendent en lacs, tantôt se précipitent en torrens; quelquefois leurs rochers, se rapprochant subitement, forment des digues transversales, d'où ces mêmes eaux tombent en cataractes. Les couches déchirées, en montrant d'un côté leur tranchant à pic, présentent de l'autre obliquement de grandes portions de leur surface: elles ne correspondent point pour leur hauteur; mais celles qui, d'un côté, forment le sommet de l'escarpement, s'enfoncent de l'autre, et ne reparoissent plus.»

»Cependant, au milieu de tout ce désordre, de grands naturalistes sont parvenus à démontrer qu'il règne encore un certain ordre, et que ces bancs immenses, tout brisés et renversés qu'ils sont, observent entr'eux une succession qui est à-peu-prés la même dans toutes les grandes chaînes. Le granit, disent-ils, dont les crêtes centrales de la plupart de ces chaînes sont composées, le granit qui dépasse tout, est aussi la pierre qui s'enfonce sous toutes les autres, c'est la plus ancienne de celles qu'il nous ait été donné de voir dans la place que lui assigna la nature, soit qu'elle doive son origine à un liquide général qui, auparavant, auroit tout tenu en dissolution, soit qu'elle ait été la première fixée par le refroidissement d'une grande masse en fusion ou même en évaporation (1). Des roches feuilletées s'appuient sur ses flancs, et forment les crêtes latérales de ces grandes chaînes; des schistes, des porphyres, des grès, des roches talqueuses se mêlent à leurs couches; enfin des marbres à grains salins, et d'autres calcaires sans coquilles, s'appuyant sur les schistes, forment les crêtes extérieures, les échelons inférieurs, les contreforts de ces chaînes, et sont le dernier ouvrage par lequel ce liquide inconnu, cette mer sans habitans sembloit préparer des matériaux aux mollusques et aux zoophytes, qui bientôt devoient déposer sur ce fonds d'immenses amas de leurs

---

(1) La conjecture de Mr. le Marquis de Laplace, que les matériaux dont se compose le globe ont pu être d'abord sous forme élastique, et avoir pris successivement en se refroidissant la consistance liquide, et enfin s'être solidifiés, est bien renforcée par les expériences récentes de Mr. Mitcherlich, qui a composé de toutes pièces et fait cristalliser par le feu des hauts fourneaux plusieurs des espèces minérales qui entrent dans la composition des montagnes primitives. (A)

coquilles ou de leurs coraux. On voit même les premiers produits de ces mollusques, de ces zoophytes, se montrant en petit nombre, et de distance en distance parmi les dernières couches de ces terrains primitifs ou dans cette portion de l'écorce du globe que les géologistes ont nommée les terrains de transition. On y rencontre par-çi par-là des couches coquillères interposées entre quelques granits plus récens que les autres, parmi divers schistes, et entre quelques derniers lits de marbres salins; la vie qui vouloit s'emparer de ce globe, semble dans ces premiers temps avoir lutté avec la nature inerte qui dominoit auparavant; ce n'est qu'après un temps assez long qu'elle a pris entièrement le dessus, qu'à elle seule a appartenu le droit de continuer et d'élever l'enveloppe solide de la terre.»

» Ainsi, on ne peut le nier, les masses qui form en aujourd'hui nos plus hautes montagnes ont été primitivement dans un état liquide; long-temps elles ont été recouvertes par des eaux qui n'alimentoient point de corps vivans; ce n'est pas seulement après l'apparition de la vie qu'il s'est fait des changemens dans la nature des matières qui se déposoient: les masses formées auparavant ont varié, aussi bien que celles qui se sont formées depuis; elles ont éprouvé de même des changemens violens dans leur position, et une partie de ces changemens avoit eu lieu dès le temps où ces masses existoient seules, et n'étoient point recouvertes par les masses coquillères: on en a la preuve par les renversemens, par les déchiremens, par les fissures qui s'observent dans leurs couches, aussi bien que dans celles des terrains postérieurs, qui même y sont en plus grand nombre, et plus marqués. »

»Mais ces masses primitives ont encore éprouvé d'autres révolutions depuis la formation des terrains secondaires, et ont peut-être occasionné, ou du moins partagé quelques-unes de celles que ces terrains eux-mêmes ont éprouvées.

Il y a en effet des portions considérables de terrains primitifs à nu, quoique dans une situation plus basse que beaucoup de terrains secondaires; comment ceux-ci ne les auroient-ils pas recouvertes, si elles ne se fussent montrées depuis qu'ils se sont formés? On trouve des blocs nombreux et volumineux de substances primitives, répandus en certains pays à la surface de terrains secondaires, séparés par des vallées profondes ou même par des bras de mer, des pics ou des crêtes d'où ces blocs peuvent être venus: il faut, ou que des éruptions les y aient lancés, ou que les profondeurs qui eussent arrêté leur cours n'existassent pas à l'époque de leur transport, ou bien enfin que les mouvemens des eaux qui les ont transportés passassent en violence tout ce que nous pouvons imaginer aujourd'hui (1). »

---

(1) Les voyages de Saussure et de Deluc présentent une foule de ces sortes de faits; et ce sont ces géologistes, qui ont jugé qu'ils ne pouvoient guère avoir été produits que par d'énormes éruptions. MM. de Buch et Escher s'en sont occupés plus récemment. Le mémoire de ce dernier, inséré dans la *Nouvelle Alpina de Stein-Müller*, Tome I, en présente surtout l'ensemble d'une manière remarquable, dont voici à-peu-près le résumé: Ceux de ces blocs qui sont épars dans les parties basses de la Suisse ou de la Lombardie viennent des Alpes, et sont descendus le long de leurs vallées. Il y en a partout, et de toute grandeur, jusqu'à celle de 50,000 pieds cubes, dans la grande étendue qui sépare les Alpes du Jura, et il s'en élève sur les pentes du Jura qui regardent les Alpes jusqu'à des hauteurs de quatre mille pieds au-dessus du niveau de la mer; ils sont à la surface ou dans les couches superficielles de débris, mais non dans celles de grès, de molasses ou de poudingues qui remplissent presque partout l'intervalle en question: on les trouve tantôt isolés,

»Voilà donc un ensemble de faits, une suite d'époques antérieures au temps présent, dont la succession peut se vérifier sans incertitude, quoique la durée de leurs intervalles ne puisse se définir avec précision; ce sont autant de points qui servent de règle et de direction à cette antique chronologie.»

---

tantôt en amas: la hauteur de leur situation est iudépendante de leur grosseur: les petits seulement paroissent quelquefois un peu usés: les grands ne le sont point du tout. Ceux qui appartiennent au bassin de chaque rivière se sont trouvés, à l'examen, de la même nature que les montagnes des sommets ou des flancs des hautes vallées d'où naissent les affluents de cette rivière: on en voit déjà dans ces vallées, et ils y sont surtout accumulés aux endroits qui précèdent quelques rétrécissemens: il en a passé par-dessus les cols lorsqu'ils n'avoient pas plus de quatre mille pieds; et alors on en voit sur les revers des crêtes dans les cantons d'entre les Alpes et le Jura, et sur le Jura même: c'est vis-à-vis les débouchés des vallées des Alpes que l'on en voit le plus et de plus élevés: ceux des intervalles se sont portés moins haut: dans les chaînes du Jura, plus éloignées des Alpes, il ne s'en trouve qu'aux endroits placés vis-à-vis des ouvertures des chaines plus rapprochées.

De ces faits, l'auteur tire cette conclusion, que le transport de ces blocs a eu lieu depuis que les grès et les poudingues ont été déposés; qu'il a été occasionné peut être par la dernière des révolutions du globe. Il compare ce transport à ce qui a encore lieu de la part des torrens; mais l'objection de la grandeur des blocs et celle des vallées profondes par-dessus lesquelles ils ont dû passer, nous paroissent conserver une grande force contre cette partie de son hypothèse. (A)

(*La suite à un prochain Cahier.*)

ARTS MÉCANIQUES.

MACHINE A VAPEUR PERFECTIONNÉE, PAR S. HALL, DE BASFORD, dans le Comté de Nottinghan. *Repertory of Arts*, etc. Mai 1825.

(*Extrait.*)

L'OBJET de cette invention, est de diminuer la grande quantité de combustible nécessaire pour alimenter les machines à vapeur, même les mieux construites, et par conséquent de mettre à même ceux qui emploient de telles machines, d'obtenir la même ſorce à moins de frais.

L'auteur arrive à ce but en décomposant la vapeur plus ou moins complètement à son passage de la chaudière dans le corps de pompe, et sous une pression plus grande que celle de l'atmosphère. Les gaz ou fluides élastiques ainsi produits, occupent un plus grand espace à pression et température données, que la vapeur de la décomposition de laquelle ils proviennent ; et comme ils sont pour la plupart des fluides élastiques permanens, ils ont de plus l'avantage de pouvoir, si on le veut, être employés à la température même de l'atmosphère.

Pour opérer cette décomposition, l'auteur se sert de l'appareil suivant

Cet appareil consiste en un cylindre creux (1) RRRR (fig. 1) de fer fondu ou autre substance convenable : nous l'appellerons *le fourneau*. Il est placé verticalement et fermé à son extrémité inférieure par une plaque vv, ensorte que l'air ne peut y

(1) Voyez la Planche II.

pénétrer que par les orifices dont nous allons parler. Deux de ces orifices, l'un situé au sommet du fourneau, en Y, l'autre au bas, en Z, sont munis de grands robinets, l'un en I*b* l'autre en JC, au moyen desquels le fourneau peut être à volonté ouvert ou hermétiquement fermé. Ce fourneau cylindrique est destiné à contenir le combustible qui arrivant par l'ouverture supérieure est retenu sur une grille, fermée d'un double treillis. On voit la section verticale de cette grille à sa place, en L, dans la fig. 1 ; elle est prise isolément dans la fig. 3. Le robinet inférieur JC (fig. 1) est destiné à la sortie des cendres et résidus du feu, et ne doit être ouvert que pour cela. Une autre ouverture O reçoit le tuyau N qui venant des soufflets, amène un courant violent d'air atmosphérique, au travers du combustible ardent placé dans l'intérieur H du fourneau, toutes les fois que le robinet supérieur I*b* est ouvert ; ce courant d'air peut être arrêté au moment où on le veut, au moyen du robinet *e* (fig. 2) placé dans le tuyau N.

Le fourneau cylindrique, est environné d'un autre cylindre extérieur de fer fondu que nous appellerons *la chaudière*. On en voit la coupe en DD (fig. 1). Il doit y avoir un intervalle GG entre les deux cylindres, pour contenir l'eau qui doit être réduite en vapeur. On comprend que, pour cet usage, il faut que ses joints soient fermés avec le plus grand soin. Un fort tuyau K, muni d'un robinet *d*, part de la partie supérieure de la chaudière, descend et aboutit à l'extrémité inférieure du fourneau cylindrique, en X, vers le milieu environ de la grille L. Alors, si l'on ouvre le robinet *d*, la vapeur contenue dans la chaudière passe au travers du brasier. Elle s'y décompose en grande partie, en gaz élastiques permanens, qui mêlés à un peu de vapeur non-décomposée, sortent par l'orifice W pratiqué dans le haut du fourneau. De cet orifice part un tuyau P (fig. 1 et 2)

muni d'un robinet *f* (fig.2), qui conduit ces fluides élastiques dans un réservoir de vapeur Q (fig.2) fermé avec soin et pourvû d'une soupape de sureté *g*. De ce réservoir ils sont envoyés par un robinet R'' (fig. 2) dans un corps de pompe de machine à vapeur ordinaire où ils mettent en mouvement le piston, ou bien dans tout autre système, où ces gaz agissent comme la vapeur pour servir de principe moteur.

Dans le but de fournir de l'eau à la chaudière, et pour suppléer à ce qu'elle en perd par l'évaporation, il y a en B (fig. 2) un fort cylindre ou réservoir que le robinet C'' maintient plein d'eau; du haut et du bas de ce réservoir partent deux tuyaux (1) qui se dirigeant horizontalement, aboutissent au sommet de la chaudière G (fig. 1 et 2), ensorte que l'eau doit toujours être au même niveau dans le réservoir et dans la chaudière.

L'eau arrive, comme nous l'avons dit, dans le réservoir B, par le robinet C'' au moyen d'un pompe de compression. Le réservoir B doit avoir en *a* (fig.2) une soupape de sûreté.

Dans la description précédente on n'a fait mention, pour plus de simplicité, que d'une chaudière et d'un fourneau; mais pour des raisons que l'on verra plus tard il est convenable d'en établir au moins deux, travaillant alternativement à produire la vapeur et les fluides élastiques nécessaires; un seul réservoir d'eau et un seul réservoir de vapeur suffisent, lors même que les fourneaux et les chaudières seroient multipliés. La fig. 2 représente la projection horizontale de l'appareil. On y voit deux chaudières et deux fourneaux, tandis qu'il n'y a qu'un réservoir d'eau B,

---

(1) La fig. 2 représente en EE les deux supérieurs; les inférieurs placés précisément au-dessous ne peuvent être vus. (R)

et un de vapeur Q. AAAA est la plaque de fer fondu sur laquelle repose tout le systême. On voit en S un tuyau recourbé, au moyen duquel on peut mettre en communication le réservoir d'eau et celui de vapeur, en ouvrant le robinet *h*.

Pour mettre l'appareil en action, on commence par remplir le réservoir d'eau, jusqu'à ce que le niveau du liquide soit environ de trois pouces au-dessous des orifices des tuyaux EE. Il ne faut jamais que l'eau puisse couler dans ces tuyaux ; on prévient cet accident par les moyens employés d'ordinaire pour cet effet. L'eau va par les tuyaux inférieurs, dans chacune des chaudières. Alors, ces chaudières étant remplies et tous les robinets fermés, on ouvre les ouvertures supérieures des deux fourneaux, et on introduit par là le coak, la houille, ou tout autre combustible ardent. Aussitôt on ouvre les robinets *ee* des tuyaux à vent, et on fait arriver ainsi un violent courant d'air, qui excite le feu, jusqu'à ce que la vapeur de la chaudière ait acquis une élasticité suffisante. Le degré de cette élasticité est mesuré par la soupape de sûreté *a*, ou par une éprouvette de pression, ordinaire, adaptée à une partie convenable de l'appareil. Maintenant, quelle est l'élasticité et la température de la vapeur les plus convenables? C'est ce que l'expérience seule peut déterminer. Cependant, l'auteur croit que plus on élèvera la température, sans courir de risques, plus on aura d'avantage. Pendant ces opérations, on doit tenir ouvert le robinet *h* du tuyau S (fig. 2) et mettre ainsi en communication le réservoir d'eau et celui de vapeur, afin que ce dernier se remplisse de vapeur de même température et de même pression que celle qui est contenue dans les chaudières et dans le réservoir d'eau. Après avoir ainsi obtenu la vapeur, prête à être employée, il faut fermer le robinet *h* pour interrompre la communication que l'on avoit établie,

puis

puis fermer aussi le robinet I*b* (fig. 1) placé au haut de l'un des fourneaux, ainsi que celui *e* qui amène le courant d'air dans ce fourneau. On ouvre ensuite ceux du tuyau de vapeur K et du tuyau P qui joint le fourneau au réservoir de vapeur. La vapeur arrive alors dans le fourneau, traverse la grille L (fig. 1), et passant au milieu du combustible ardent, qui se trouve sous la même pression qu'elle, elle se décompose en grande partie. Les fluides élastiques qui résultent de cette décomposition, sortent du fourneau, et vont dans le réservoir de vapeur, d'où ils passent dans le corps de pompe pour mettre le piston en mouvement. Après un certain temps, dont la durée dépend de la pression sous laquelle l'appareil travaille, de la force du feu, et de la qualité du combustible, ce combustible est consumé et réduit au point de ne plus pouvoir décomposer efficacement la vapeur. Alors il faut fermer les robinets des tuyaux K et P, puis ensuite r'ouvrir celui du haut du fourneau et celui du tuyau à vent N, quand le feu du fourneau, alimenté de nouveau, aura acquis au moyen des soufflets, assez d'activité pour recommencer son travail.

Pendant qu'un des fourneaux se prépare ainsi à une nouvelle opération, l'autre doit agir à son tour. Pour cet effet, il faut que le courant d'air qu'on détourne de l'un d'eux, soit dirigé sur l'autre, de manière que le combustible de ce dernier arrive à la température nécessaire pour son travail, pendant le temps que met le premier à décomposer la vapeur et à se refroidir. Alors celui-ci reçoit à son tour l'action du courant d'air, et ainsi de suite.

Par ce moyen, les fourneaux produisent une quantité constante de fluides élastiques. Quant au temps précis des deux actions alternatives, l'expérience peut le déterminer

aisément. Les cendres et les scories doivent être extraites au moyen de barres de fer introduites par les ouvertures inférieures des fournaux ; après cette opération on referme ces ouvertures, et quand il est nécessaire d'ajouter du combustible, on l'introduit par le haut, comme nous l'avons déjà dit.

ARTS INDUSTRIELS.

SUR UN NOUVEAU SYSTÊME DE ROUTES EN FER, INVENTÉ PAR MR. PALMER.

Le systême des routes en fer, à ornière unique et sur pilotis, proposé par Mr. Palmer, ingénieur civil, vient d'être mis à l'essai, en Angleterre, à ce qu'il paroît, avec succès.

Dans ce systême, dont il ne sera pas inutile de retracer ici les principaux traits, la route est réduite à une seule bande ou ornière, large de quatre pouces, supportée par des poteaux en fer espacés d'environ dix pieds, et variant de hauteur suivant les ondulations du sol, à partir de deux pieds et demi en minimum, de manière à maintenir la route, autant que possible, sur une même horizontale. Le véhicule propre à cheminer sur une semblable route, est porté sur deux roues, placées l'une au-devant de l'autre, liées solidement par leurs essieux, et creusées sur leur pourtour d'une gorge qui embrasse la bande ou ornière unique. La barre qui unit les deux roues porte deux caisses lon-

gues de sept ou huit pieds, larges et hautes de deux pieds ou deux pieds et demi, suspendues symétriquement par des pièces rigides, des deux côtés de l'ornière, de manière que leur partie supérieure se trouve à-peu-près au niveau de la route ou du bas des roues et que le centre de gravité de la voiture est au-dessus de ce niveau : ce sont ces caisses qui reçoivent les marchandises à transporter. Le chemin de halage n'est qu'un sentier que suit un seul cheval en tirant, au moyen d'une corde, plusieurs de ces voitures attachées à la suite des autres. Comme le cheval se trouveroit souvent en dessous de la barre et agiroit sous un angle très-aigu, on doit employer de longues cordes (de vingt à trente pieds), à l'aide desquelles le halage est plus régulier, l'angle de la force variant alors beaucoup moins.

Les avantages de ce système de route sont les suivans. D'abord un tel roulage peut être établi sur les accotemens des routes ordinaires, en ne prenant qu'une portion très-foible et inutile de leur largeur : on peut de même le construire sur les bords irréguliers et informes des grandes rivières où le grand nombre d'aqueducs et de ponts à construire rendroit tout autre chemin en fer inexécutable. De plus, comme il faut peu de terrain, et que la surface n'en est pas altérée comme par les terrassemens nécessaires aux autres routes, les propriétaires doivent opposer moins de résistance à l'établissement de ces ornières, qu'à celui des chemins à double bande. L'ornière se trouvant à deux pieds et demi, au moins, au-dessus du sol, elle n'est pas exposée, comme celles qui reposent sur le sol même, à se couvrir de neige, de boue, et d'autres corps qui gênent le mouvement de la voiture. Les caisses portant la charge étant peu élevées, le chargement peut se faire facilement et à la main : elles se détachent sans peine du véhicule, et se placent sur d'autres voitures

ou sur des bateaux, sans décharger et recharger les marchandises. Les charges étant suspendues et roulant sur des surfaces très-unies, les matières transportées ne sont pas brisées ou altérées, et l'on pourroit même charrier des vases remplis d'eau, ouverts dans le haut, sans la répandre. Enfin, ce qui est très-important, le frottement est encore moindre avec une seule ornière, qu'avec deux.

Tels sont les avantages attribués à ce système par Mr. Palmer lui-même dans un Mémoire dont la traduction se trouve dans le Recueil de Mr. Cordier, intitulé, *Essai sur la construction des routes*, etc. (1), ouvrage auquel nous renvoyons pour de plus amples détails.

Le Numéro d'août du *Repertory of patent inventions*, etc. contient un extrait du brevet accordé à Mr. Palmer pour son invention. Le rédacteur de ce journal oppose aux avantages attribués par l'auteur à ce nouveau mode de routes, quelques objections raisonnées, qui paroissent avoir de la force et dont l'expérience seule peut assigner la valeur.

Quant à la route même, il ne pense pas qu'il y eût économie à établir une pareille voie sur des poteaux *en fer* espacés de dix pieds, plutôt qu'à la soutenir au besoin, comme on l'a fait jusqu'à présent, par un remblais. Si pour réduire les frais, on se sert de poteaux *en bois*, on court la chance de les voir se gâter en peu de temps et exiger de fréquens remplacemens. Enfin il ne croit pas que, malgré les moyens employés par l'auteur, on puisse éviter des déviations dans la verticalité et l'alignement des poteaux: condition essentielle cependant pour le maintien de la route.

---

(1) T. I, p. 445.

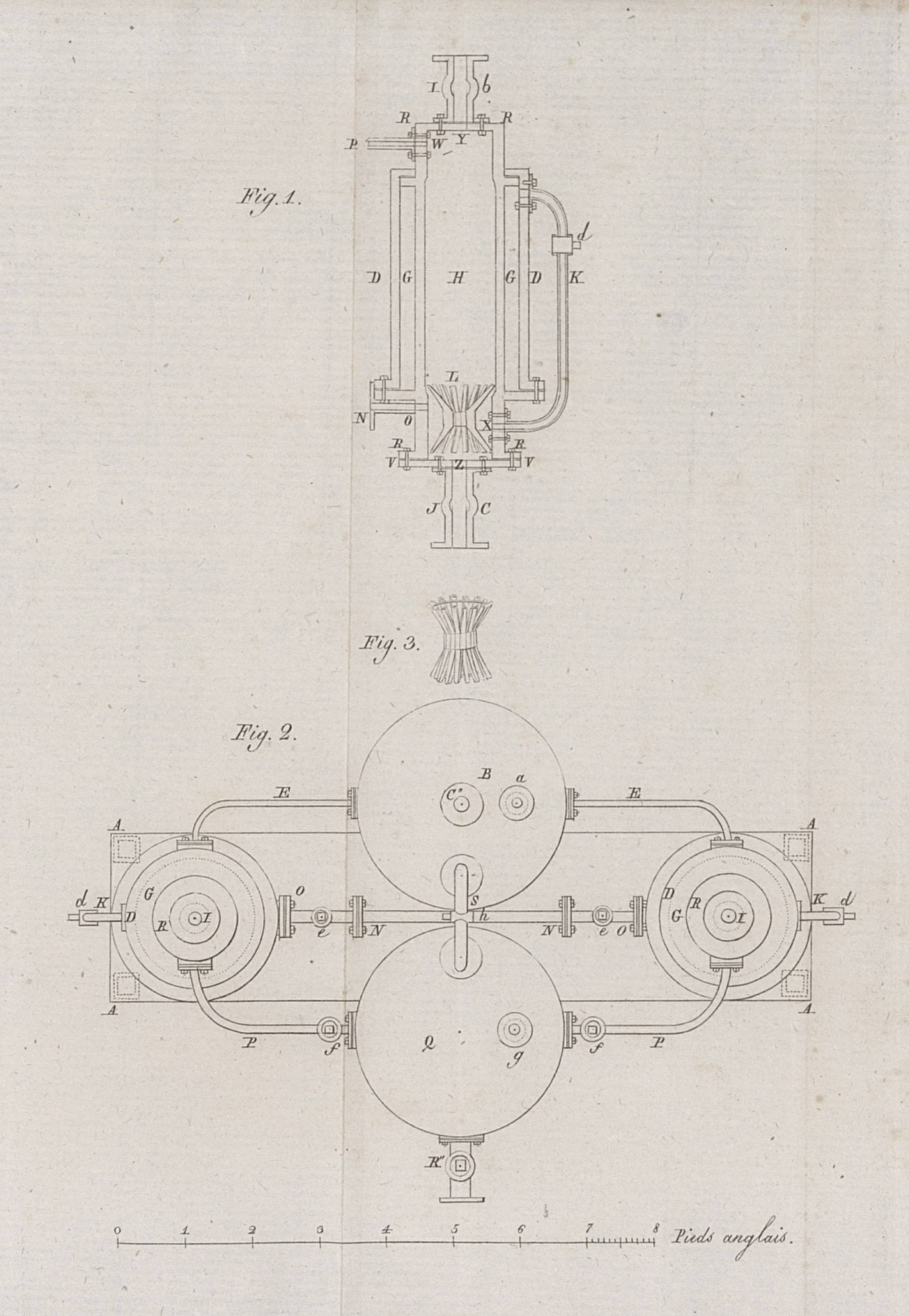
Quant au véhicule, il lui paroît inévitable de donner à la bande de la route une convexité cylindrique, et de creuser dans cette même forme la concavité de la gorge des roues, en donnant à la section de cette gorge un plus grand rayon qu'à celle de la bande : et cela pour éviter le frottement, dans le cas même où la voiture s'inclineroit quelque peu d'un côté ou de l'autre. Or, cette forme des ornières, qu'on a essayée sur les routes à double bande, n'a point réussi : la bande creuse promptement la roue, jusqu'à ce que les deux surfaces soient en contact complet, et il en résulte alors un frottement plus considérable. De plus, il est à craindre que dans le cas où un vent violent souffleroit perpendiculairement à la direction de la route, l'équilibre du véhicule ne fût totalement troublé, ou tout au moins, que la caisse suspendue du côté du vent, ne fût poussée contre les poteaux et ne gênât la marche de la voiture en les heurtant.

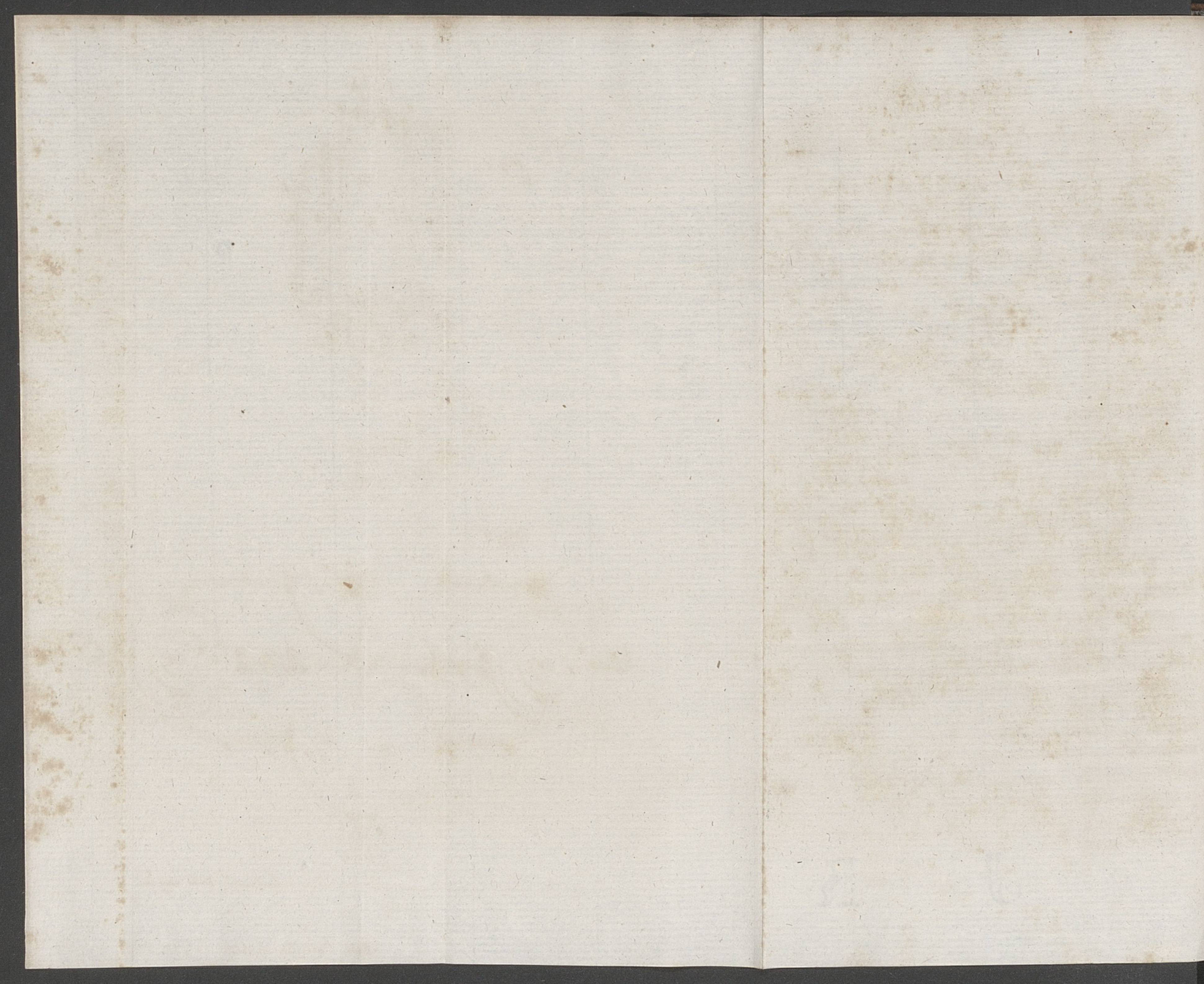
Quoiqu'il en soit, l'essai dont nous avons parlé et qui est rapporté dans une des feuilles de Londres de juin dernier, a eu lieu à Cheshunt dans le Hertfordshire, aux frais de Mr. Gibbs. La bande établie s'étend sur un espace d'environ un mille (825 toises): elle traverse le fonds de Mr. Gibbs, et joint la rivière Lea à la grande route vers le bas du village. Les poteaux qui soutiennent la bande sont en bois, solidement établis dans le sol : ils ne s'élèvent pas de plus de trois pieds au-dessus du terrain.

Cette route a été ouverte le 25 juin en présence d'un grand concours de spectateurs. Sept chars attachés les uns à la suite des autres et contenant dans chacune de leurs deux caisses trois personnes et une certaine quantité de briques comme lest, en tout quarante-deux personnes et un poids additionnel considérable, ont été entraînés très-lestement par

un seul cheval, à la grande satisfaction des assistans. Les caisses portoient un couvert et avoient été arrangées pour que les voyageurs y fussent commodément assis. La disposition toute nouvelle et fort étrange de ce genre de transport, offroit, au dire du journal anglais, un spectacle tout-à-fait curieux.




Fig. 1.
I
b
R
R
P
W
Y
d
D
G
H
G
D
K.
L
N
o
X
R
R
V
Z
V
J
C
Fig. 3.
Fig. 2.
B
a
C'
E
E
A
A
G
D
R
I
R
K
d
o
S
h
e
N
N
e
O
D
G
R
I
K
d
A
A
P
f
Q
g
f
P
R'
0
1
2
3
4
5
6
7
8
Pieds anglais.



ASTRONOMIE.

Observation des satellites de Jupiter pendant le jour et comparaison des télescopes catoptriques et dioptriques; par le Prof. Amici : Extrait d'une lettre adressée au Baron de Zach. (*Corresp. astron.* T. XII. N.° 6.)

Le Prof. Amici avoit annoncé, dans la *Correspondance astronomique*, qu'il avoit pu observer les satellites de Jupiter, de jour, au moyen d'un télescope réflecteur. Sur l'invitation de Mr. le Baron de Zach, il a continué ces observations, et a profité de cette occasion pour comparer les télescopes catoptriques avec les lunettes dioptriques, sous le rapport de la quantité de lumière qu'absorbent ces instrumens : sujet important et plein d'intérêt pour les astronomes et les opticiens, qui ne pouvoit tomber entre des mains plus habiles.

«Ce ne fut que le 29 mars dernier (1825)» dit-il, « que je pus procéder aux recherches que j'avois en vue. L'atmosphère, ce jour-là, étoit pure, et, à quelques coups de vent près, tout-à-fait favorable à mes observations. L'instrument dont je me servis étoit un de mes télescopes newtoniens de onze pouces d'ouverture, et de huit pieds de distance focale, muni d'un micromètre à lentille partagée en deux, dont un mouvement de 0,45 de ligne, correspondoit à un angle d'une seconde. Le résultat fut conforme à mon attente, et malgré l'éclat du soleil déjà haut sur l'horizon, je pus, non-seulement decouvrir trois satellites et mesurer quelques dis-

tances, mais encore observer l'occultation progressive de l'un d'eux derrière le disque de Jupiter.»

» Avec le secours d'un cométaire je trouvai d'abord, à 4 h. 35′ après midi, la position de Jupiter, et en plaçant parallélement à lui le chercheur de mon télescope newtonien, lunette achromatique de trente lignes d'ouverture, avec un champ de deux degrés, j'aperçus aussitôt la planète cherchée, grossie quatre cents fois. Ses bandes étoient très-distinctes, et elle étoit accompagnée de trois satellites, dont deux étoient devant et l'autre après elle; leurs disques paroissoient circulaires et leur diamètre étoit sensible.»

»Je n'avois pas déterminé préalablement la place des satellites, et ne les voyant pas tous quatre dans le champ de l'oculaire, je crus que l'un d'eux étoit éclipsé, ensorte que je ne poussai pas plus loin mes recherches. Je reconnus mon erreur le jour suivant; et j'appris par des positions calculées, que le quatrième satellite devoit être à l'orient et très-loin du lieu où je l'avois cherché d'abord.»

»Je reconnus alors que, des trois satellites observés, celui qui suivoit la planète devoit être le premier, et que son émersion avoit eu lieu peu de minutes avant que j'eusse placé l'œil au télescope, c'est-à-dire environ à 4 h. 35′. Des deux qui précédoient Jupiter, le plus près de lui étoit le second, le plus éloigné étoit le troisième. La grosseur de ce dernier m'avoit, dès le commencement, fait présumer que c'étoit le troisième.»

»Les trois mesures de son diamètre donnèrent:

1″,5; 1″,5; 1″,6; moyenne 1″,53.»

»Je m'occupai, après cela, à mesurer, au moyen d'une montre de poche ordinaire, la distance des deux premiers satellites aux bords respectifs de Jupiter. Voici le tableau de mes observations:

		Distances.
2.e satellite.	4 h. 40′	8″,0
	4 50	6 ,0
	4 54	4 ,6
	5 0	2 ,5
	5 11 ... Les bords se touchent.	
	5 14 ... Il est en entier éclipsé.	

» La place de l'occultation est l'extrémité de la corde la plus rapprochée du centre de Jupiter et tangente à la première bande obscure nord.

1.er satellite.	4 h. 45′	24″,2
	5 15	32 ,3
	5 24	35 ,0

3.e satellite. Il dépasse l'étendue de l'échelle du micromètre, qui ne va que jusqu'à 95″. »

» Une nouvelle mesure du diamètre équatorial de Jupiter donna .... 39″,3

et de son diamètre polaire........... 37 ,3.»

» Après avoir obtenu ces résultats, il étoit bien naturel que la curiosité m'engageât à déterminer quel degré de confiance je devois leur accorder. Je me bornai à faire cette recherche pour le second satellite, parce que le mouvement de sa projection orthographique peut, sans erreur notable, être considéré comme égal au mouvement réel, à cause de la petitesse des arcs parcourus. En adoptant pour le temps de sa révolution sidérale, 3,551181 jours, et, pour sa distance moyenne exprimée en demi-diamètres de Jupiter, 9,24868, et en me servant de ma mesure de son diamètre, 39″,3, j'ai obtenu pour l'angle apparent, parcouru dans une seconde sexagésimale de temps, 0″,00372. D'après cela j'aurois dû trouver pour les distances, les nombres suivans;

Temps.	Distances.
4 h. 40′	7″,254
5 50.....................	5″,022
4 54.....................	4″,129
5 0.....................	2″,790

»L'accord qui existe entre ces résultats est tout-à-fait satisfaisant ; surtout si l'on fait attention qu'il ne s'agit pas ici de la distance de deux points lumineux, mais de celle d'un point lumineux à un bord dont l'éclat est plus foible et plus incertain. »

»En consultant un Mémoire intéressant d'Herschell, inséré dans les *Trans. Phil.* pour 1797, seconde partie, j'ai vu que cet astronome observa, le 28 juillet 1794, l'entrée du même satellite dans le disque de Jupiter. Son passage n'ayant employé que quatre minutes de temps, l'astronome anglais en déduit pour le diamètre de la planète 0″,87. D'après mes propres observations, ce diamètre seroit seulement 0″,61, sauf les réductions à faire à cause de la distance de Jupiter à la Terre aux deux époques. La différence que présente notre mesure ne paroîtra sûrement pas considérable, si l'on réfléchit combien la manière de la déterminer est douteuse; aussi je n'ai point la prétention d'avoir obtenu la véritable: j'ajouterai que l'on peut arriver promptement à la connoissance du diamètre apparent de chacun des quatre satellites en se servant d'un micromètre de l'espèce du mien, qui en donne immédiatement la mesure; ce moyen peut même encore être employé avec avantage à la recherche de leur rotation; travail qu'avoit déjà tenté avec le talent et la perspicacité qui le distinguoient, l'astronome auquel le monde savant doit la découverte d'Uranus (1). »

---

(1) Je sais que, Schroeter doit avoir fait postérieurement à Herschell de semblables observations, mais je n'en connois pas

» L'état du ciel ayant été, comme je l'ai dit, tout-à-fait favorable aux observations du 24 mars, il restoit à savoir si, dans d'autres circonstances moins propices, les satellites seroient encore visibles. Aussi vais-je transcrire ici trois autres observations faites dans un jour où l'air était agité et l'atmosphère chargée de vapeurs. »

» 31 *mars*, à 4 h. 22′ après-midi. Un satellite précède Jupiter à la distance de 44″,5 Il est le seul visible. Le ciel est rouge et nuageux. Le disque de la planète est indistinct, et son éclat est obscurci par l'agitation et l'opacité de l'atmosphère. »

» 2 *avril* à 3 h. $\frac{1}{4}$. On voit à l'est de Jupiter ses trois satellites; ils ne paroissent pas aussi bien terminés et aussi ronds que le 29 mars; ils semblent des points lumineux rayonnans, et ils échappent à la vue si l'on sépare leurs images en deux avec le micromètre. Le plus brillant est le plus éloigné; le moins lumineux occupe le milieu.

» *Idem* 3 h. 45′. La distance à Jupiter du plus voisin d'entre eux, est de 92″; quant aux autres, leurs distances dépassent l'étendue du micromètre. J'estimai que le plus

---

les détails. J'ai lu seulement un extrait des *Hermographische Fragmente* etc., inséré dans la *Bibliothéque Universelle*, Juin 1817, et j'y ai vu que, l'auteur donne un tableau des déterminations, non-seulement des diamètres de quatre nouvelles planètes et des satellites de Jupiter, mais encore de ceux des cinq satellites les plus extérieurs de Saturne.

J'avoue que les mesures de ces derniers me font suspecter l'exactitude des autres, parce que je ne comprends pas comment l'on peut apprécier les angles apparens des satellites de Saturne, qui, malgré un grossissement de plus de mille fois, ne se présentent que comme des points lumineux, sans aucune dimension sensible. (A.)

oriental était éloigné du triple de la mesure ci-dessus, c'est-à-dire d'environ 276″. — La distance du satellite du milieu diffère de peu de secondes, de celle du moins oriental. — L'atmosphère est trouble et agitée; malgré cela les bandes de Jupiter sont assez visibles. »

« 10 *avril*, à 3 h. 40′. Un satellite précède Jupiter, à une distance que j'estime environ trois fois le diamètre de cette planète. Un autre suit à une grande distance; il est plus gros; son diamètre est sensible. Les deux autres sont invisibles. Les bandes se voient, mais leurs contours sont indistincts. L'air est agité, le temps est nuageux. »

« Mes recherches sur ce sujet ne s'étendirent pas plus loin...

« Comme j'ai pensé que quelque astronome, ou amateur, en lisant cette notice, pourroit désirer de répéter mes observations avec d'autres instrumens, j'ai jugé convenable de rechercher quelles dimensions devroit avoir une lunette achromatique, pour montrer les satellites avec autant de netteté que je les ai vus, et dans les mêmes circonstances. On voit bientôt que le problème seroit résolu, si l'on connoissoit le rapport des quantités de lumière perdues par la réflexion et par la réfraction. Plusieurs opticiens nous ont donné ce rapport; mais comme la qualité des métaux et des verres, ainsi que les divers degrés de poli qu'on leur donne, influent considérablement sur ces quantités, les travaux déjà faits à cet égard, n'ont pu m'être d'aucune utilité. En conséquence, je me suis résolu à rechercher immédiatement une mesure relative de la lumière absorbée. »

« Dans ce but, j'ai pris un petit télescope newtonien, que j'avois construit, il y a treize ans, dont la distance focale étoit de trente pouces, et qui avoit trente-six lignes d'ou-

verture, et je l'ai comparé à une lunette achromatique de même longueur, munie d'un objectif à deux verres anglais de deux pouces et demi de diamètre. En appliquant ensuite à ces deux instrumens deux oculaires égaux et les dirigeant sur un même objet, j'ai vu cet objet avec plus de clarté au travers de la lunette dioptrique. Mais pour être plus sûr de ce fait, j'ai construit un parallélepipède en opposant l'un à l'autre deux prismes, l'un d'un verre blanc, l'autre d'un verre obscur, tel que ceux qu'on emploie pour observer le soleil. Cet appareil m'offroit une gradation continue de transparence; je pouvois, en le plaçant entre l'œil et l'oculaire, trouver aisément l'opacité nécessaire pour intercepter entièrement la lumière de l'objet que je fixois tour-à-tour avec chaque instrument. Ce point m'étoit indiqué par le numéro d'une division marquée sur la monture du parallélepipède, long de trois pouces. Quoique rien ne m'empêchât de rechercher par un simple calcul le rapport d'intensité de la lumière, j'ai mieux aimé éviter toute réduction, et rendre l'expérience plus directe et plus précise, en rétrécissant par des diaphragmes l'ouverture de la lunette la plus claire jusqu'à ce que l'éclat de l'objet s'éteignît, dans les deux appareils, à la même division du parallélepipède. Après plusieurs essais, j'ai trouvé que, pour que l'instrument *réfracteur* et l'instrument *réflecteur* ne différassent point en clarté, il falloit que le premier eût 27 lignes d'ouverture et le second 36. Je crois même que le rapport de 3 à 4 entre les diamètres des objectifs doit rester le même pour des instrumens de plus grandes dimensions; car je pense qu'on peut ne pas tenir compte de la légère déperdition de lumière qui résulte de la plus grande épaisseur des deux verres dans ces lunettes. Pour voir donc les satellites aussi éclairés que je les ai vus, il faut une lunette achromatique de 8 pouces $\frac{1}{4}$ de diamètre, et d'une distance focale telle que l'instrument puisse grossir

400 fois les objets. Ainsi, des deux grands objectifs de 7 $\frac{1}{4}$ et de 9 pouces, qui sont, l'un à Naples, l'autre à Dorpat (1), le premier montreroit les satellites moins bien, le second mieux, que je ne les ai vus moi-même (2). »

« L'alliage métallique qui entre dans la fabrication de mes miroirs, seroit peut-être trop friable pour comporter de très-grandes dimensions; et je sais que Herschell avoit préféré une composition plus tenace et moins propre à réfléchir la lumière. D'après ses expériences, faites suivant la méthode de Bouguer (Transact. Phil. 1800), les diamètres d'une lunette achromatique à deux verres, et d'un télescope newtonien, devroient être entr'eux comme 7 est à 10, pour produire la même clarté avec un même grossissement: et si l'on supprime le petit miroir du newtonien, le rapport devroit être trés-rapproché de celui de 5 à 6. Il résulte de là, que pour qu'une lunette achromatique pût égaler en force son grand télescope, il faudroit que l'objectif de celle-ci eût quarante pouces anglais de diamètre: or je ne

---

(1) Voyez notre Cahier précédent, p. 3. (R)

(2) Si, de ce qu'un observateur a passé sous silence une très-petite étoile, vers laquelle son instrument a été dirigé, on pouvoit conclure que l'étoile n'est pas visible au moyen de cet instrument, on seroit en droit de soupçonner que la grande lunette de Mr. Struve n'admet pas autant de lumière qu'un de mes télescopes de 11 pouces de diamètre, puisque cet astronome en annonçant l'observation de l'étoile double 3 du *Petit Chien* (ou *Herschell* I.a 23), ne fait pas mention d'une autre petite étoile qui l'avoisine et que j'ai observée moi-même à 41″ sud après elle. J'ai trouvé l'angle des centres des deux étoiles les plus voisines, de 1″,25. L'étoile double la plus difficile à mesurer par le rapprochement des deux astres qui la composent, n'est donc pas celle-ci, mais bien ω du lion, dans laquelle cette distance n'est que de 0″,5. (A)

crois nullement qu'il soit possible d'en construire un de pareille dimension. »

» Ce colosse catadioptrique n'a eu encore aucun rival pour lui disputer la palme, quant à la *force pénétrante*, et il se passera encore bien du temps avant qu'un autre vienne la lui ravir. Pour une entreprise aussi difficile, il ne falloit rien moins que la réunion du génie d'Herschell, et de la protection puissante d'un roi d'Angleterre. »

« Si les télescopes à réflexion, pour lesquels je penche, ont en général l'avantage sur les dioptriques, quant à la netteté des images, à la force amplificative, et à la moindre distance focale, ils doivent toutefois le céder aux autres, à cause de la petitesse de l'ouverture que requièrent ces derniers, de la facilité avec laquelle on les applique à des instrumens divers, de l'immutabilité de la substance de leurs verres, qui rend comparables des observations faites à époques éloignées; enfin à cause de la commodité de leur usage, provenant de ce que l'objectif conserve toujours la position bien centrée que l'artiste lui a donnée. Cette dernière qualité a un tel prix aux yeux de certains observateurs, que plusieurs n'hésitent pas à préférer une médiocre lunette achromatique à un bon télescope newtonien. En effet, il faut tant d'habileté pour construire un télescope reflecteur possédant toutes ces qualités, que le plus souvent cet instrument le cède, quant à la netteté des objets, à un autre de qualité inférieure mais mieux rectifié. »

« Je ne pousserai pas plus loin l'examen comparatif des avantages et des inconvéniens des deux espèces d'instrumens. Je me contenterai de signaler une propriété de la lumière, que j'ai remarquée depuis long-temps, et au moyen de laquelle je puis, lorsque le temps le permet, distinguer les disques des satellites de Jupiter qui ont un diamètre

sensible, de ceux des étoiles fixes, dont le diamètre échappe à notre vue.

« En observant les étoiles avec mes télescopes, auxquels j'ai adapté le micromètre de mon invention, j'ai remarqué, quand le grossissement est assez fort pour rendre le phénomène sensible, que si l'on dédouble l'image en séparant les demi-lentilles, les disques lumineux s'allongent et prennent une forme ovale. Le petit diamètre de l'ellipse ainsi formée, est égal au diamètre du disque primitif. Cet allongement a toujours lieu, pourvu que le télescope soit bien centré, dans le sens perpendiculaire à la section de la lentille du micromètre ; c'est pourquoi la distance d'une étoile à une autre n'est en aucune manière diminuée. Cet allongement n'a lieu que pour les étoiles fixes, dont le diamètre échappe à notre œil, lors même qu'il est muni d'un instrument dont le grossissement est de cent et même de mille fois. Quant aux objets d'un diamètre appréciable, comme seroient les planètes, ils ne sont pas sujets à cette expansion lumineuse qui altère leur forme, ou du moins on n'a pas pu l'apercevoir chez eux; j'ai observé plusieurs fois que les disques des satellites de Jupiter, quoique plus petits en apparence que ceux des étoiles fixes, se maintenoient parfaitement circulaires, et leurs contours bien terminés, lors même que leurs images étoient dédoublées. Cela nous fournit un critère facile pour discerner un disque réel de celui qui n'est qu'apparent, et par suite, pour distinguer au besoin, à première vue, une nouvelle planète d'une étoile fixe; car pourvu que la planète n'ait pas un disque extrêmement petit, si l'on sépare les lentilles du micromètre, ce disque conservera sa forme, tandis que son image s'allongera si l'astre est une étoile fixe (1). »

---

(1) Herschell a publié dans les *Transact. Philos.* de 1805,

« En recherchant la cause de ce phénomène, j'ai reconnu que l'allongement des images ne pouvoit provenir d'aucune propriété de la lentille du micromètre, puisque l'effet continue à avoir lieu, lors même qu'on le supprime, et qu'il se présente même avec les télescopes newtoniens, lorsque l'on ferme par un demi-cercle de carton la moitié de l'ouverture, et qu'on regarde l'image formée par les rayons pénétrans par la seule moitié découverte de l'objectif; image qui équivaut alors à celle que forme une demi-lentille du micromètre. Si l'on fait tourner le carton de manière à tenir toujours couverte une moitié du miroir objectif, on remarquera que, quelle que soit la portion couverte de ce miroir, l'allongement résultant dans l'image de l'étoile, se fera toujours dans une direction perpendiculaire à la ligne qui sépare la partie éclairée de celle qui ne l'est pas. »

« Il est facile de reconnoître que l'effet ne dépend pas de l'aberration de la lumière dans le miroir, puisque dans ce cas l'allongement auroit lieu dans la direction du diamètre du demi-cercle de carton et de la section de la demi-lentille du micromètre. »

« Mais, pour me convaincre plus pleinement encore, que cet allongement des images ne provenoit point de l'a-

---

plusieurs expériences qui conduisent à établir les limites de la visibilité des petits objets, pour ses télescopes. Il trouve que les rayons réfléchis par la portion centrale du miroir objectif tendent à augmenter les faux disques, tandis que ceux qui sont renvoyés par sa circonférence tendent à les diminuer. Aussi, des différens effets des rayons internes et externes, réfléchis à la surface d'un miroir de 10 pieds de distance focale, tire-t-il un critère pour distinguer un disque faux d'un vrai, pourvu que leur diamètre ait plus de $\frac{1}{4}$ de seconde. (A)

berration de sphéricité, je plaçai à l'entrée d'une lunette dioptrique un diaphragme d'ouverture rectangulaire, dont un des côtés étoit plus que quadruple de l'autre, et je le disposai symétriquement autour de l'axe du tube. Cela fait, si quelque aberration eût été sensible, elle auroit dû se manifester en dilatant les disques des étoiles, dans le sens du plus grand côté du rectangle. L'expérience montra le contraire, et je vis l'image de l'astre accompagnée de deux longues queues lumineuses, qui, si l'on faisoit tourner le carton, tournoient aussi, se présentant toujours perpendiculairement au grand côté du rectangle. »

« Ce phénomène me paroît donc avoir sa cause dans une inflexion de la lumière, produite par les parois du diaphragme. Un autre fait que j'ai observé en me servant de télescopes newtoniens, vient à l'appui de cette explication. Voici ce fait : si l'on dirige le télescope vers une étoile, et que l'on approche l'oculaire du miroir métallique, plus que ne le requiert la vision distincte, on découvre dans le bord du cercle lumineux, qui a la forme de l'objectif, une bande très-étroite de lumière plus éclatante, qui se montre encore à l'entour de l'ombre du petit miroir et du bras qui le porte; la même chose a lieu si l'on éloigne l'oculaire au-delà de la place de la vision distincte : je ne saurois attribuer la cause de ce phénomène qu'à l'inflexion de la lumière contre les bords du petit miroir et de son soutien, et contre ceux de la monture du grand. »

» Si l'on examine attentivement la formation de l'image d'une étoile, en amenant peu-à-peu l'oculaire du point de la vision indistincte à celui de la vision distincte, on voit que le faux disque de l'étoile provient en grande partie, et presque entièrement, de ces bandes lumineuses dont je viens de parler. Si l'on ne trouve pas un moyen de remédier à ce défaut, il deviendra un obstacle à l'aggrandissement illi-

mité des télescopes, auquel on arriveroit, si l'on pouvoit fabriquer les miroirs de manière que leur image fût aussi précise que l'objet lui-même. Il est vrai que ces télescopes pécheroient toujours par défaut de clarté. »

» Des phénomènes analogues à ceux que je viens de décrire, ont aussi lieu dans les lunettes achromatiques, et même l'apparence des faux disques est, dans ce cas, encore plus remarquable. L'image du point lumineux est alors accompagnée d'une série d'anneaux concentriques, qu'on découvre aisément, en rapprochant et éloignant tour-à-tour l'oculaire de la place de la vision distincte. La cause de ces apparences me paroît être la même dans les deux télescopes; mais dans les achromatiques, il existe une certaine disposition qui favorise davantage la formation de ces anneaux. L'expérience m'a appris à fabriquer des objectifs à deux verres, au moyen desquels je puis, à mon gré, faire paroître un grand nombre d'anneaux ou un seul, en rapprochant ou éloignant l'oculaire de l'objectif, et en le promenant indifféremment de part et d'autre du point où la vision est distincte. »

»L'occasion de diriger un petit laboratoire optique m'a déjà fait découvrir plusieurs autres phénomènes curieux, qui ont rapport à ceux-ci, mais je n'entrerai pas maintenant dans plus de détails sur ce sujet, qui mérite un examen plus approfondi. »

CHIMIE.

SUR DE NOUVEAUX COMPOSÉS DE CARBONE ET D'HYDROGÈNE, et sur certains produits obtenus pendant la décomposition de l'huile par la chaleur. Par Mr. FARADAY. (*Phil. Trans.* T. X. Part. I.)

(*Traduction; premier article*).

L'OBJET du Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre actuellement à l'attention de la Société Royale, est la description spéciale de deux nouveaux composés de carbone et d'hydrogène, et celle d'autres produits obtenus de la décomposition de l'huile par la chaleur. Ce fut dans l'année 1820 que je fus amené pour la première fois à m'occuper des substances qui se développent dans l'huile exposée à une température modérée et à une forte chaleur: dès-lors je n'ai négligé aucune occasion d'obtenir sur ce sujet quelques nouvelles lumières; et je viens d'être très-heureusement secondé dans mes recherches, par l'obligeance de Mr. Gordon qui m'a fourni une quantité considérable d'un liquide résultant de la compression du gaz de l'huile; substance que j'avois pu quelquefois me procurer, mais en si petites doses, que ma curiosité en avoit été excitée et non satisfaite.

On sait que, dans la fabrication du gaz portatif (1),

(1) Voyez *Bibl. Univ.* T. XXIX, p. 245.

il se forme dans les vases où le gaz est comprimé, un liquide qui peut en être retiré et conservé dans cet état. La pression à laquelle le gaz est soumis est de trente atmosphères : le gaz contenu dans le gazomètre au-dessus de l'eau, passe d'abord dans un récipient de grandes dimensions et fortement construit, et de là, par des tuyaux, dans les vases portatifs. C'est principalement dans le récipient que la condensation a lieu, et c'est là que se trouve le liquide dont je me suis occupé ; on l'en retire en ouvrant vers le fond une soupape conique : en général il sort d'abord de l'eau et ensuite le liquide en question. Il entre en effervescence à sa sortie, et la réfraction exercée sur les objets situés derrière le vase, annonce la présence d'une vapeur dense et transparente qui descend dans l'air au-dessous de l'ouverture. L'effervescence cesse immédiatement, et le liquide peut être reçu et conservé dans des bouteilles scellées, ou seulement fermées avec un bouchon de liège ; une phiole mince est assez forte pour le retenir. Mille pieds cubes d'un gaz bien fait, en donnent environ un gallon.

Ce liquide est léger, quelquefois transparent et sans couleur, d'autres fois de couleur opale, jaune ou brun lorsqu'il est vu par transmission, vert lorsqu'il est vu par réflexion. Il a l'odeur du gaz de l'huile. Lorsqu'on ouvre la bouteille qui le contient, l'évaporation commence à sa surface, et on distingue la vapeur par les stries qui se forment dans l'air. Il entre en ébullition si la bouteille est exposée à une température plus élevée de quelques degrés. Après un court intervalle de temps cette abondante émission de vapeur s'arrête et la portion du liquide qui reste est beaucoup plus fixe. La pesanteur spécifique de cette substance est 0,821. Elle ne se solidifie pas à la température de 0° F. (—14°,22 R.). Elle est insoluble, ou à-

peu-près, dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther, et les huiles fixes et volatiles. Elle n'agit pas sur les couleurs. Elle n'est pas plus soluble dans les solutions alcalines que dans l'eau pure; ces solutions n'agissent que sur une petite portion de la substance: l'acide muriatique n'exerce aucune action sur elle; il n'en est pas de même de l'acide nitrique, qui avec elle forme successivement l'acide nitreux, le gaz oxide nitrique, l'acide carbonique, et quelquefois l'acide hydrocyanique, etc.; cependant son action n'est pas violente. L'acide sulfurique l'attaque d'une manière particulière et tout-à-fait remarquable, que je décrirai en détail.

Cette substance est un mélange de divers corps, qui ont entr'eux ceci de commun, qu'ils sont éminemment combustibles, et qu'ils émettent beaucoup de fumée lorsqu'on les brûle à grande flamme, mais qui peuvent être distingués les uns des autres par leur différence de volatilité. Retirée du récipient de condensation, après que la pression avoit été portée plusieurs fois à trente atmosphères, et au moment où elle étoit seulement de vingt-huit, introduite rapidement dans une bouteille scellée ensuite avec soin, et apportée au laboratoire, elle se distilloit en partie par la chaleur de la main dans la cornue où on l'avoit versée. La vapeur qui s'échappoit alors avec l'apparence d'une ébullition, passoit par un tube maintenu à 0° F. dans la cuve de mercure. Une petite quantité de vapeur, seulement un tiers du volume du liquide, y parvenoit sans se condenser: le liquide formé dans le tube rentroit en ébullition et en évaporation dès qu'on l'exposoit à une température moins froide. Le résidu qui restoit, après cela, dans la cornue, pouvoit être porté à une température beaucoup plus élevée, sans se vaporiser.

Dans une autre expérience, un thermomètre ayant été introduit

introduit dans le liquide en question, la température fut élevée graduellement de manière qu'on pût saisir exactement le degré où l'ébullion commenceroit : le vase étant ouvert elle eut lieu à 60° F. (12°,44 R.) Lorsque les parties les plus volatiles se furent dissipées, la température du liquide s'éleva : elle dépassa 100° F. (30°,22 R.) avant que le volume eût été réduit d'un dixième : elle continua à s'élever graduellement, et avant que le liquide eût été volatilisé en entier, elle atteignit 250° F. (96°,9 R.)

Dans l'espérance d'obtenir des substances distinctes, de ce qui étoit évidemment un mélange, la substance fut soumise à une distillation, et les vapeurs condensées à 0° par portions séparées, le récipient étant changé chaque fois que la température de la cornue s'étoit élevée de 10°, et tandis que le liquide étoit maintenu constamment au point de l'ébullition naissante. Il résulta de ce procédé une succession de produits, qui n'étoient pas constans ; ainsi les parties qui avoient passé tandis que la température s'élevoit de 160° à 170° F., distillées de nouveau, commencèrent à bouillir à 130°, et laissèrent un résidu liquide qui n'entra en ébullition qu'à 200°. En rectifiant tous ces produits, et en mêlant ensemble ceux qui étoient semblables, je parvins à diminuer ces différences de température, et je les amenai enfin, à-peu-près, à présenter une suite de substances de diverses volatilités. Dans le cours de ces opérations, j'eus l'occasion de remarquer que le degré de l'ébullition étoit plus constant entre 176° et 190° qu'à toute autre température ; une assez grande quantité de liquide passant alors sans que le thermomètre variât ; tandis que, à d'autres époques de la distillation, il ne cessoit de monter. Cela m'engagea à rechercher une substance déterminée, dans les produits obtenus à ce degré de chaleur ; et j'ai enfin réussi à séparer un nouveau composé de carbone et d'hydrogène, que je

puis par anticipation distinguer par le nom de *bicarbure d'hydrogène.*

Bicarbure d'hydrogène.

Cette substance a été obtenue, pour la première fois, de la manière suivante. Des tubes contenant quelques parties des produits rectifiés dont nous avons parlé, furent introduits dans un mélange frigorifique à 0°F.; plusieurs de ces produits devinrent troubles, probablement à cause de la présence de l'eau : l'un d'entr'eux, qui avoit passé à 176°, se solidifia en partie : les cristaux se formèrent contre les parois du tube, et la substance demeura liquide vers l'axe : deux autres produits qui avoient passé, l'un à 180°, l'autre à 190°, devinrent complètement solides. Une baguette de verre refroidie ayant été introduite dans l'un de ces tubes, la masse qu'il contenoit résista à une pression considérable ; mais lorsqu'on l'eut brisée, une portion solide demeura au fond du tube, tandis qu'un liquide s'éleva au-dessus ; ce liquide fut extrait, et le résidu se trouva ainsi en partie purifié. Ce résidu ayant été liquéfié de nouveau, fut reçu dans un tube large et fort, dans lequel en entroit librement un autre plus petit : l'un et l'autre étoient fermés à leurs extrémités opposées. Alors ayant ramené la température du tout à 0°, un papier brouillard fut introduit dans le grand tube, et pressé contre la substance solide refoulée dans le fond, avec l'extrémité du petit tube. Cette opération ayant été exécutée successivement avec plusieurs morceaux de papier, une grande quantité de liquide fut ainsi soustraite, et il resta une substance solide, qui ne se liquéfia plus qu'à 28° ou 29° F. (—1°,78 ou —1°,33 R.). Pour compléter la séparation de la partie liquide en permanence, on laissa fondre la substance, on la coula en un gâteau dans un moule de feuilles d'étain, et on la

pressa entre plusieurs doubles de papier brouillard, au moyen d'une presse de Bramah, après avoir pris la précaution de refroidir le papier, l'étain, la flanelle et la table de la presse, tous les corps en un mot qui se trouvoient en contact, autant que possible jusqu'à la température de 0°F., pour prévenir la fusion du corps solide que l'on examinoit. Enfin on la distilla sur de la chaux vive, pour en séparer toute l'eau qu'elle pouvoit contenir.

Le procédé général qui me paroît préférable pour la préparation de cette substance, consiste à distiller un portion du liquide obtenu pendant la condensation du gaz de l'huile, à mettre de côté le produit obtenu avant que la température ait atteint 170°, à recueillir celui qui se forme au-dessus de 180°, puis ensuite celui qui se forme au-dessus de 190°, et enfin celui qu'on obtient à 200° ou 210°. Le produit obtenu au-dessous de 170°, donnera par une seconde distillation, une substance qui pourra se réunir aux produits obtenus à 180° et à 190°: celui qui aura été formé au-dessus de 190°, donnera après cette même opération, un liquide qui entre en ébullition à 180°, 190°, etc. Ayant ainsi trois produits obtenus à 180°, 190° et 200°, on les rectifiera l'un après l'autre, et on divisera en trois classes les substances qui se forment entre 175 et 195° en élevant successivement la température. On procédera ensuite comme il a été indiqué plus haut.

Il arrive quelquefois, quand la proportion de bicarbure d'hydrogène est foible, que les rectifications doivent être répétées plusieurs fois, avant que les liquides obtenus à 185° et à 190° déposent des cristaux par le refroidissement, c'est-à-dire, avant qu'on ait extrait assez du liquide permanent à une basse température, pour que la solution cristallise à 0°.

Le bicarbure d'hydrogène est ordinairement un liquide

transparent et sans couleur, dont l'odeur ressemble à celle du gaz de l'huile, et tient aussi un peu de celle des amandes. A 60° sa pesanteur spécifique est environ 0,85. Il cristallise de manière à former une masse solide, aux environs de 32°, et les parties voisines des parois du tube présentent une forme de dendrites. Des tubes contenant de fines pellicules de cette glace, ayant été placés dans de l'eau à 32° F. (0° R.) que l'on réchauffoit lentement, le point de fusion observé étoit à-peu-près 42°F. (+ 4°,4 R.) : cependant, comme l'eau et les solutions salines, le bicarbure liquide peut être refroidi beaucoup au-dessous de ce point, sans qu'aucune de ses parties se solidifie. Il se contracte considérablement dans la congélation, son volume se réduisant d'environ $\frac{1}{9}$; il en résulte qu'à cet état, sa pes. spéc. est près de 0,995. A 0° c'est une substance blanche ou transparente, fragile, pulvérulente, et de la consistance du sucre en pain.

Il s'évapore entièrement lorsqu'il est exposé à l'air ; et, dans un vase de verre, il entre en ébullition à 186° F. (68°,44 R.). La pes. spéc. de sa vapeur, corrigée pour la température de 60° F. (12°,44 R.), est environ 40, celle de l'hydrogène étant l'unité ; 2,3 grains de la substance liquide, donnent 3,62 pouces cubes de vapeur, à la température de 212° F., sous une pression barométrique de 29,98 pouces anglais (28,10 pouc. fr.) Toutes les expériences ont donné des résultats moyens très-approchés de ceux que je viens de rapporter.

Le bicarbure d'hydrogène ne conduit pas l'électricité. Il est très-légèrement soluble dans l'eau ; mais il l'est tout-à-fait dans les huiles fixes et volatiles, dans l'éther et l'alcool : la solution alcoolique est précipitée par l'eau. Il brûle avec une flamme brillante et beaucoup de fumée. Lorsqu'il est mis en contact avec l'oxigène, il s'élève une

si grande quantité de vapeur qu'il en résulte une forte détonation. En passant au travers d'un tube chauffé au rouge, il dépose graduellement du charbon, et se transforme en hydrogène carburé.

Le chlore introduit dans une cornue qui contenoit le bicarbure, n'exerça sur lui qu'une foible action, jusqu'à ce qu'on l'eût exposé à la lumière solaire : alors il s'éleva une fumée épaisse, sans qu'il y eût un grand dégagement de chaleur, et il se forma ensuite beaucoup d'acide muriatique, et deux autres substances, savoir, une matière solide et cristallisée, et un liquide dense et épais. Un examen ultérieur a démontré que ni l'une ni l'autre de ces substances n'étoient solubles dans l'eau, mais qu'elles l'étoient toutes deux dans l'alcool, la seconde aisément, la première avec plus de difficulté. L'une et l'autre paroissent être un triple composé de chlore, de carbone, et d'hydrogène. Je m'occuperai dans une autre occasion de ces substances et d'autres composés semblables.

L'iode n'a paru exercer aucune action sur le bicarbure d'hydrogène exposé pendant plusieurs jours aux rayons du soleil : il se dissout dans ce liquide en petite quantité, et le teint en cramoisi. Le potassium, qui y est plongé et chauffé, ne perd point son éclat et n'exerce aucune action sur la substance, à une température de 160° F. (68°,44 R.). Les solutions alcalines, ou leurs carbonates, n'en exercent point non plus. L'acide nitrique a agi lentement et est devenu rouge, tandis que le bicarbure liquide est resté sans couleur. Refroidie jusqu'à 32° F. la substance ainsi formée s'est solidifiée et a pris une belle couleur rouge, qui a disparu par la fusion. L'odeur de ce mélange étoit tout-à-fait semblable à celle des amandes, et il est probable qu'il y avoit là de l'acide hydrocyanique formé. Lavé dans l'eau, il parut n'avoir subi que peu ou point de changement.

L'acide sulfurique mis en contact avec le bicarbure, a exercé sur lui une action modérée ; il s'est développé peu ou point de chaleur ; le mélange n'a point noirci ; il ne s'est point formé d'acide sulfureux : mais l'acide a pris une couleur jaune clair, et il a surnagé une petite quantité d'un liquide transparent et sans couleur, qui a paru être le produit de l'action exercée. Ce liquide examiné à part, s'est montré clair et brillant, il n'a éprouvé aucune action de l'eau, ni d'une addition plus considérable d'acide sulfurique ; il s'est solidifié à environ 30° F. (+ 0,89 R.), et a présenté alors des cristaux blancs et de forme dendroïde. La substance étoit plus légère que l'eau, et soluble dans l'alcool ; cette solution fut précipitée par une petite quantité d'eau, mais elle redevint claire lorsqu'on en ajouta beaucoup (1).

(1) L'action de l'acide sulfurique sur ce composé et sur les autres, est assez remarquable pour que je la décrive en détail. Elle est fréquemment accompagnée de chaleur, et une grande proportion de ces substances, qui ont assez d'élasticité pour exister à l'état de vapeur, seules et sous une pression ordinaire, est alors absorbée. Il ne se forme point d'acide sulfureux ; et quand l'acide est étendu d'eau, il ne s'opère aucun dégagement de gaz ou de vapeur, aucune séparation de substance, excepté celle d'une petite quantité d'un produit particulier qui résulte de l'action de l'acide sur ces composés et qui est dissout par lui. L'acide se combine directement avec le carbone et l'hydrogène, et j'ai reconnu qu'il formoit, avec les bases, une classe particulière de sels qui ressemblent un peu aux sulphovinates, mais qui sont cependant des substances différentes. J'ai trouvé aussi que l'acide sulfurique se combine avec le gaz oléfiant, en le condensant, sans que le carbone soit séparé, et sans qu'il se forme de l'acide sulfurique ou de l'acide carbonique. Cette

Quant aux proportions constituantes du bicarbure d'hydrogène, mes expériences tendent à prouver qu'il est un composé binaire de carbone et d'hydrogène, formé de deux atomes du premier, pour un du second. L'absence de l'oxigène est démontrée par le défaut d'action sur le potassium, et par les résultats obtenus en faisant passer la substance au travers d'un tube rouge.

Lorsqu'on l'a fait passer, à l'état de vapeur, sur de l'oxide de cuivre chauffé, 0,776 de grain de cette substance ont produit 5,6 pouces cubes de gaz acide carbonique, à une température de 60° F., et sous une pression de 29,98 pouces; et on a recueilli 0,58 de grain d'eau. Les 5,6 pouces cubes de gaz, équivalent, d'après le calcul, à 0,711704 de grain de carbone, et 0,58 de grain d'eau, à 0,064444 de grain d'hydrogène.

Carbone............0,711704 ou 11,44.
Hydrogène..........0,064444 ou 1

Ces quantités sont à-peu-près égales au poids de la substance examinée : et prenant le poids de l'hydrogène pour unité, on a environ 12 pour celui du carbone; ce qui équivaut à deux atomes de carbone pour un d'hydrogène.

Quatre autres expériences ont donné des résultats tous approchans de celui-ci : le résultat moyen est 1 d'hydrogène et 11,576 de carbone.

---

absorption du gaz oléfiant s'est élevée, dans un espace de 18 jours, à 84,7 volumes, pour un volume d'acide sulfurique. L'acide qui en résulte se combine avec les bases et forme avec elles des sels particuliers, que je n'ai pas encore eu le temps d'étudier, mais que j'étudierai par la suite, ainsi que les produits résultant de l'action de l'acide sulfurique sur le naphthe, les huiles essentielles, etc., et même sur l'amidon et la lignine, dans la fabrication du sucre, de la gomme, etc., où il ne s'opère aucune carbonisation, mais où se présentent des effets analogues. (A)

Maintenant si l'on considère que le composé doit toujours, par la manière dont il est préparé, retenir une partie de la substance qui bout à 180° et demeure liquide à 0°, substance qui, comme on le verra plus loin, contient moins de carbone que le composé cristallisé (seulement environ 8,25 pour 1 d'hydrogène), on pourra, je pense, admettre que le déficit, léger mais constant, de carbone, observé dans les expériences, est dû à la portion retenue de cette substance, et que le composé cristallisé contiendroit bien, s'il étoit pur, 12 parties de carbone, en poids, pour une d'hydrogène, ou deux atomes du premier pour un du second :

2 atomes de carbone, 12 } 13 de bicarbure d'hydrogène.
1 d'hydrogène, 1 }

Ce résultat est confirmé par celui que j'ai obtenu en faisant détoner la vapeur de cette substance avec l'oxigène. Ainsi, dans une expérience, on en introduisit dans un volume d'oxigène égal à 8092 mesures d'un grain de mercure, à 62°, tant qu'elle put se vaporiser entièrement : le volume s'accrut jusqu'à peser 8505 ; ainsi la vapeur faisoit 413 parties ou $\frac{1}{206}$ du tout. Sept mesures de ce mélange furent enflammées dans l'eudiomètre par l'étincelle électrique, et elles se réduisirent à 6,1 : celles-ci, par l'action de la potasse, furent encore réduites à 4, qui étoient alors de l'oxigène pur. Il résulte de là que le volume du mélange qui avoit détoné, étoit 3, dont environ 0,34 de substance vaporisée, et 2,68 d'oxigène pur. Le volume de l'acide carbonique étoit de 2,1, et doit avoir absorbé un volume égal de gaz oxigène : ensorte qu'il reste 0,55 pour la quantité d'oxigène qui s'est combinée avec l'hydrogène pour former de l'eau, et qui, avec les 0,34 de vapeur, représente à-peu-près le déficit de 0,9.

On voit que la quantité d'oxigène nécessaire au carbone est égale à quatre fois celle qui est nécessaire à l'hydro-

gène, et que les proportions des divers composans doivent être à-peu-près les suivantes, qui sont déduites en partie de la théorie et en partie des expériences précédentes. Un volume de la substance vaporisée exige 7,5 volumes d'oxigène pour sa combustion : 6 volumes de cet oxigène se combinent avec le carbone pour former 6 volumes d'acide carbonique, et la quantité 1,5 qui reste, se combine avec l'hydrogène pour former de l'eau. La quantité d'hydrogène qui entre dans le composé est donc équivalente à 3 volumes, qui sont condensés en un seul, dans leur union avec le carbone ; et la quantité de carbone est de 6 atomes, c'est-à-dire qu'elle est représentée, en poids, par 36. Ainsi, un volume de la substance en vapeur contient :

Carbone.........$6 \times 6 = 36$
Hydrogène........$1 \times 3 = 3$
$\overline{\quad\quad 39}$

et sa pesanteur spécifique sera 39, celle de l'hydrogène étant 1. D'autres expériences du même genre donnent des résultats qui s'accordent avec ceux-ci.

Parmi les liquides obtenus du liquide originaire, il en étoit un qui, préparé comme nous l'avons rapporté, en soumettant à la température 0° la portion qui avoit passé dans la distillation entre 180° sur 190°, se rapprochoit de la substance qui vient d'être décrite, pour le degré auquel elle bouilloit, mais qui en différoit en ce qu'elle restoit liquide à une température basse. Je désirois les comparer ensemble. Je n'avois aucun moyen de séparer ce liquide du bicarbure d'hydrogène, dont il peut être considéré comme une solution saturée à 0°. Le point de son ébullition étoit constamment 186°. Pour ce qui regarde la solubilité, la combustibilité, l'action du potassium etc., il ressembloit à la substance décrite. Sa pesanteur spécifique étoit 0,86, à 60° : quand il se vaporisoit 1,11 grain donnoient 1,573 pouces cubes de va-

peur à 212°, ce qui équivaut à 1,212 pouces à 60°. Il résulte de là que 100 pouces cubes de cette vapeur pèseroient environ 91,6 grains, et que sa pesanteur spécifique seroit à-peu-près 43,25. Dans une autre expérience, 1,72 grain du liquide donna 2,4 pouce cube de vapeur à 212°; ce qui équivaut à 1,849 pouces cubes à 60°; on en déduira pour 100 pouces cubes un poids de 93 grains, et une pesanteur spécifique qui est à celle de l'hydrogène comme 44 est à 1. C'est probablement pour cela qu'expérimentalement la pesanteur spécifique du bicarbure d'hydrogène en vapeur a été trouvée plus grande que la théorie ne l'indique dans le cas où cette substance seroit pure.

L'acide sulfurique avoit une action beaucoup plus forte sur cette substance que sur le bicarbure : il y avoit alors grand dégagement de chaleur, forte décoloration, et une décomposition de la matière, en un acide noir et épais, et un liquide jaune clair qui résistoit à toute action ultérieure, à la température ordinaire.

0,64 de grain de cette substance furent passés sur de l'oxide de cuivre chauffé : on obtint 4,51 pouces cubes de gaz acide carbonique, et 0,6 de grain d'eau. L'acide carbonique et l'eau équivalent à.....carbone........0,573176 ou 8,764
hydrogène......0,066666 ou 1;
mais comme la substance devoit contenir beaucoup de bicarbure d'hydrogène, il est évident qu'à l'état de pureté, la proportion du carbone y tombe fort au-dessous de cette quantité, et qu'ainsi le composé approche d'être un simple carbure d'hydrogène contenant un atome de chacun des élémens.

(*La suite au prochain Cahier.*)

GÉOLOGIE.

Beytræge zu einer Monographie der Molasse, etc.— Documens pour servir à une Monographie de la Molasse, ou recherches géognostiques sur les roches et les pétrifications qui se trouvent entre les Alpes et le Jura. Par B. Studer. *Berne* 1825. 1 vol. in-8.° de 465 pages.

(*Second et dernier extrait.*)

La description des roches qui composent la division nommée par Mr. Studer, grès coquillé (*muschel sandstein*), suit immédiatement celle du nagelfluh. Nous nous y arrêterons davantage comme étant une portion plus importante, et jusqu'ici, moins bien connue, des terrains compris entre le Jura et les Alpes.

Déjà signalées par Razomowski, ces roches coquillères, avoient été regardées par lui comme le produit d'une mer interieure. Mr. Meyer les avoit considérées comme une masse calcaire, pleine de coquilles fossiles et de galets; Mr. Escher comme un grès coquillé, interposé entre les couches du Jura et celle de la molasse. Mais des observations postérieures avoient démontré à ce célèbre géologue, que ces grès remplis de pétrifications marines, étoient en effet superposés à la molasse.

Ces couches se composent aussi d'un grès et d'un poudingue particulier, que Mr. Studer désigne sous le nom de *muschel nagelfluh.*

Le grès (*muschel sandstein*) est formé de grains quartzeux, unis entr'eux par un ciment calcaire, et il renferme des grains verts de même nature que ceux de la craie chloritée, ainsi que des pellicules minces, composées principalement de chaux phosphatée et carbonatée, et dont la couleur verdâtre contribue à donner cette même teinte à la masse entière. Mais ce qui le caractérise particulièrement, c'est le nombre considérable de coquilles fossiles dont il est rempli.

Le spath calcaire s'y présente sous la forme de petits filons et sous celle de petits nids de cristaux.

Quoique le ciment augmente souvent assez pour donner à la roche l'aspect d'une masse calcaire, cependant ce grès ne devient jamais un calcaire pur et sans mélange de sable.

Le grès coquillé forme des collines auprès du Jura et s'étend delà jusqu'au milieu de l'espace compris entre cette chaîne et les Alpes, en occupant toujours la partie supérieure des côteaux. Il se présente ordinairement en couches presque horizontales, et quoiqu'il soit difficile de fixer ses limites avec la molasse, on peut cependant affirmer que sa plus grande épaisseur, qui se trouve dans l'Argovie, ne dépasse pas 18 mètres. Sa hauteur absolue varie entre 537 mètres (à Bochstein) et 705 mètres (à Uzigen près de Berne). Mr. Studer donne une description détaillée de toutes les carrières de grès coquillé ouvertes, depuis le Jensberg entre Aarberg et Bienne, jusques dans l'Argovie au-delà de Zoffingue. Plus loin, à l'est, on cesse de voir ce terrain. Mais l'auteur a retrouvé dans la Bavière méridionale, des grès à-peu-près semblables, qui sont pleins de pétrifications et surtout de *cardium* et qui recouvrent aussi la molasse.

Nous devons signaler ici avec quelques détails un gisement bien remarquable de ce grès coquillé, découvert par Mr. Studer

au milieu de la chaîne même du Jura, et dans une des grandes vallées longitudinales de l'ancien Evêché de Bâle.

La vallée qui s'étend du village de Court à celui de Tavanne, est ouverte entre deux chaînons de calcaire jurassique; mais son fond est rempli de couches de sable et de molasse. Cette vallée est bordée des deux côtés par des collines arrondies, élevées d'environ 41 mètres au-dessus du fond de la vallée qui a lui-même 701 mètres de hauteur absolue. Dans le milieu de la vallée, entre Bevillard et Court, s'élève une troisième rangée de côteaux, un peu plus haute que les deux rangées latérales. Vers Sorvilier, une section naturelle dans ces côteaux du milieu, lui a présenté la série de couches suivante, en allant de bas en haut.

1.° 20 mètres de sable, provenant de la molasse et de marne bleue.

2.° 1 mètre de *muschel sandstein* verd.

3.° 7 mètres d'un calcaire d'eau douce, renfermant des lymnées et des planorbes ainsi que des cailloux de quartz et d'autres roches primitives.

4.° 2 mètres du même *muschel sandstein* verd.

5.° 5 mètres d'un véritable nagelfluh rempli de cailloux de granit, de porphyre et de calcaires alpins, comme seroit un nagelfluh de l'Emmenthal; et, ce qui est bien remarquable, on n'y trouve pas un caillou de calcaire du Jura.

6.° Enfin, le terreau végétal.

Toutes ces couches plongent de 65° au nord.

Il est d'autant plus singulier de trouver là ce nagelfluh tout alpin, qu'à peu de distance, et tout près de Court, on rencontre un autre conglomerat entièrement formé de calcaire du Jura, dans lequel le grès qui en forme le ciment, au lieu d'être composé de grains quartzeux, est tout rempli de petites particules calcaires.

Mr. Studer ne pense pas que le grès coquillé doive être regardé comme une formation distincte de la molasse, et il se fonde sur les passages et les alternations qui existent entre ces deux roches et sur leur ressemblance de composition et de structure. Il seroit plutôt tenté de considérer le *muschel sandstein* comme une simple modification des couches supérieures de la molasse, auxquelles se mêloient, pendant qu'elles se déposoient, des coquilles marines et d'autres restes de corps organisés.

Le poudingue coquillé (*muschel nagelfluh*), quoiqu'intimément lié, sous les rapports géologiques, avec les grès du même nom, en diffère cependant minéralogiquement, et forme une espèce de roche particulière.

Le ciment en est arénacé, ou bien il est souvent formé de coquilles brisées, quelquefois disposées parallélement à la stratification de la roche, mais le plus souvent placées sans ordre et laissant entr'elles et la roche qui les renferme, des espaces vides qui sembleroient dus à un retrait éprouvé pendant la consolidation. Ces vides sont, ou tapissés de cristaux de chaux carbonatée, ou entièrement remplis de spath calcaire. Dans ce nagelfluh, on n'aperçoit point de grains verts. Les cailloux qui sont renfermés y sont en beaucoup moins grande proportion et plus espacés que dans le nagelfluh ordinaire. Ils sont aussi plus petits et moins décomposés. On y trouve, d'ailleurs, les mêmes roches primitives, les granits rouges et verts, les porphyres verts et gris avec quartz, les hornstein et les schistes siliceux noirs et verts; mais on n'y remarque qu'un très-petit nombre de cailloux de calcaire des Alpes et aucun de calcaire du Jura.

La zône géographique occupée par le *muschel nagelfluh* est à-peu-près la même que celle-ci; elle est en général plus rapprochée du Jura que des Alpes. Elle commence aux environs du lac d'Yverdon. A la Tour de la Molière, colline

élevée de 676 mètres au-dessus de la mer, cette couche a une épaisseur de 8 à 10 mètres. On en voit encore quelques indices au sud de ce point dans le haut des côteaux de molasse. Vers le nord et vers l'est, elle passe au Vully, entre les lacs de Morat et Neuchâtel, et au Julimont, entre ce dernier lac et le lac de Bienne. Elle s'étend de là, en occupant toujours le sommet des collines, aux deux bouts du lac de Bienne, reparoît au Jensberg près d'Arberg et dans les environs de Buren, jusques à Schnotwyl sur les frontières du Canton de Soleure. A l'est de Schnotwyl on en reconnoît des indices dans des blocs épars, sur un terrain de grès coquillé, aux environs de St. Urbain et de Brittnau. Mr. Studer décrit avec soin ces diverses localités.

On remarque en général, que dans la partie méridionale du district occupé par le poudingue coquillé, comme à la Tour de la Molière, au Vully et au Julimont, cette roche contient fort peu de cailloux roulés et se trouve fort mélangée de chaux carbonatée; que partout elle repose sur une molasse friable accompagnée de marne bigarrée, et qu'elle est recouverte d'une couche de sable et de molasse également friable, dont l'épaisseur va quelquefois jusqu'à 120 mètres; ainsi que cela s'observe à Schnotwyl, où on diroit que le *muschel nagelfluh*, n'est qu'une couche ou un amas subordonné à la molasse. Ailleurs, cependant on reconnoît sa liaison avec le grès coquillé; sa puissance varie 5 et 8 à 10 mètres (Tour de la Molière) et sa hauteur absolue de 547 mètres (vers Schnotwyl) à 686 mètres (au Surenhorn). L'inclinaison de ses couches est fort variable et elle plonge ordinairement au nord, au nord-est et à l'est; mais cette inclinaison n'est pas la seule, car elle est quelquefois dirigée indifféremment vers l'un ou l'autre des quatre ponits cardinaux, et sous des angles de 25° à 40°: tandis que la molasse et la marne bigarrée qui sont au-dessous, ont leurs couches horizontales ou inclinées dans un sens contraire à celles du nagelfluh.

Discutant ensuite les rapports qui existent entre le muschel sandstein et le muschel nagelfluh, Mr. Studer trouve que, si les apparences semblent, dans quelques endroits comme au Dozingerberg, au Jensberg et à Brittnau, exiger une séparation entre ces deux séries de couches, cependant, la ressemblance entre les deux roches, les passages fréquens de l'une à l'autre, et enfin l'identité des fosiles qu'elles renferment, indiquent entr'elles un rapport trop étroit pour qu'on doive les considérer comme deux formations distinctes.

Avec le second chapitre, se termine la description des roches dont se compose le district qui fait le sujet de l'ouvrage.

Le troisième chapitre, intitulé : *Terrains plus récents superposés à la formation de molasse*, quoique renfermant bien des observations intéressantes sur les terrains diluviens, sur les blocs de roches primitives et de transition répandus dans la grande vallée, entre les Alpes et le Jura et sur les formations d'alluvion, les sources, les galets, les sables, les glaises, les tourbes, les dépôts de tuffs calcaires, et enfin le terreau végétal, ce chapitre, dis-je, ne nous arrêtera pas, par deux raisons; la première c'est qu'il sort du sujet annoncé au titre de l'ouvrage, et que ne pouvant déjà qu'indiquer très-succinctement les observations relatives aux terrains compris sous le nom collectif de molasse, nous ne saurions trouver place pour entamer un sujet différent; la seconde, c'est qu'en supposant même que pour compléter l'examen géologique du grand bassin de la Suisse, il fût nécessaire de parler des terrains d'alluvion, la place que cet examen occupe dans l'ouvrage, ne nous paroît pas convenablement choisie, puisqu'après ce chapitre, il en vient un quatrième qui traite de nouveau d'objets relatifs à la molasse. Il nous semble donc qu'au lieu d'interrompre le sujet principal du livre, ce chapitre eût pu être mieux placé en appendice à la fin du volume.

Le

Le quatrième chapitre, en effet, qui traite des corps fossiles renfermés dans la molasse, est un complément indispensable à l'histoire de ce terrain et ne sauroit en être distrait sans courir le risque de n'avoir que très-imparfaitement suivi la nature. Nous doutons même beaucoup de la convenance de traiter des pétrifications dans un chapitre tout-a-fait séparé de celui qui est consacré à la description des roches qui les renferment. Par là il devient très-difficile, impossible même, sans un travail pénible pour le lecteur, de rassembler de nouveau par la pensée des roches et des fossiles que la nature avoit constamment réunis ensemble dans des lieux déterminés.

Mr. Studer a bien compris qu'on lui feroit cette objection, lorsqu'il s'est dévié de la route suivie actuellement pour tous les géologues. Aussi a-t-il allégué la raison qui l'a déterminé à cette séparation. C'est qu'il ne regarde pas la présence des pétrifications, surtout dans les formations tertiaires, comme suffisante pour caractériser un terrain. Il ne croit pas que l'identité d'espèces fossiles dans deux couches différentes, prouve l'identité de formation de ces couches. « Ainsi, » dit-il, » parce que dans nos mers actuelles les mêmes espèces de coquilles se déposent à la surface de rochers de grès, de nature fort différente, et s'ensevelissant dans les portions de ces grès qui ont été soumises à la décomposition, se trouvent ainsi en même temps associés à des grauwackes, à des grès secondaires, à des alluvions récentes, on ne sauroit songer à regarder ces conglomérats d'un âge si différent, comme appartenant à une seule et même formation. »

Aussi, il ne pense pas que la présence de coquilles d'eau douce dans une portion d'une masse de grès, et de coquilles marines dans une autre portion des mêmes couches, doive obliger de diviser cette masse en deux formations distinctes. Regardant apparemment les coquilles, non comme déposées en même temps que les élémens dont la cou-

che qui les contient est formée, mais comme appliquées seulement sur les surfaces de ces couches postérieurement à leur formation, alors qu'elles constituoient déjà le fond d'un bassin d'eau douce ou d'eau salée, il en infère, si nous comprenons bien sa pensée, que le milieu habité par des êtres organisés peut changer de nature, sans pour cela qu'il s'ensuive que le fond de bassin dans lequel ce milieu est contenu, en change également; qu'ainsi, un même bassin de grès pour avoir contenu alternativement des eaux douces et des eaux marines, n'a éprouvé aucune altération par le fait de ce changement de liquide, lors même que ces deux milieux ont laissé à sa surface, par les dépouilles des animaux qui les ont habités, des traces de leur présence. De même, un courant d'eau douce peut amener au milieu d'une mer salée des végétaux et des animaux qui habitent les terres et les eaux fluviatiles, sans que les dépôts inorganiques de cette mer en éprouvent aucun changement. Il paroîtroit donc, dans ces deux cas, peu convenable de diviser en deux formations différentes une masse inorganique qui n'a d'ailleurs éprouvé aucune altération dans sa nature, par cela seul qu'une de ses portions contient des êtres organisés vivant dans les eaux douces, et une autre des animaux habitans des mers.

Nous doutons beaucoup que la manière de voir de Mr. Studer, quelque habilement qu'elle soit présentée, rencontre l'assentiment unanime des géologues, et qu'on s'accorde à ne voir dans les restes innombrables d'animaux fossiles dont le grès coquillé, par exemple, est rempli, qu'un mélange postérieur à la formation de la roche même (la molasse) qui les renferme, ou qu'on ne continue pas à trouver qu'il y a des raisons plus fortes pour séparer en deux formations distinctes deux ordres de couches dont l'un ne contient jamais aucun reste organisé et l'autre en est toujours rempli, que

pour regarder comme des terrains differens, les couches décomposées à la surface d'une montagne, et les couches encore fraîches qui en composent l'intérieur, comme s'exprime Mr. Studer lui-même.

Quoiqu'il en soit, le chapitre sur les corps organisés de la molasse n'en renferme pas moins une masse de bonnes et solides observations et de descriptions précieuses, tant des coquilles elles-mêmes que des localités où elles se trouvent.

L'auteur relève d'abord des assertions contenues dans des ouvrages antérieurs au sien et qui tendroient à faire croire qu'on a rencontré dans la molasse, des coquilles caractéristiques des formations plus anciennes que les terrains tertiaires. Il montre, en discutant chaque cas particulier, que les ammonites, les gryphites, les térébratules, les belemnites, et même les nummulites signalées par divers auteurs comme venant des districts occupés par la molasse, ou provenoient de cailloux hors de leur place originaire, ou avoient été mal déterminées et leur nom improprement appliqué à des espèces de genres différens, ou enfin avoient été attribuées à des localités qui n'étoient pas celles de leur gisement. Les corps fossiles de la molasse sont divisés en trois sections; 1.° les débris du règne végétal; 2.° ceux des animaux des eaux douces; 3.° ceux des animaux marins.

Les empreintes végétales se trouvent dans tous les membres de la formation de molasse, et même au-delà des limites de cette formation, d'un côté dans les anciens grès du Gurnigel, du Schweinsberg, et du Simmenthal, et de l'autre dans les terrains diluviens et dans la formation d'alluvion. Ainsi on ne sauroit regarder ces empreintes comme caractérisant la molasse. C'est dans les grès durs et dans les molasses compactes voisines des Alpes, que se trouvent les em-

preintes de plantes semblables aux roseaux, aux gramens et aux fucus.

Dans les environs de Lausanne, et par conséquent dans les molasses friables associées aux terrains d'eau douce, on voit des grès remplis d'empreintes de feuilles des arbres de nos forêts, de peupliers, de bouleaux, de saules et de hêtres, et c'est là qu'on a découvert, il y a peu d'années, l'empreinte d'une feuille d'un *chamerops* qui se rapproche, jusqu'à un certain point, du *chamerops humilis*.

Les feuilles de saule se trouvent sans mélange d'autres feuilles dans les grès des environs de Berne.

Les lignites sont encore des restes de végétaux répandus dans la molasse ainsi que dans les terrains d'alluvion. L'auteur ne s'occupe dans cet article que des lignites d'alluvion, dont il donne la description détaillée dans les quatre différens états que ces combustibles affectent, depuis celui où ils ont encore toute l'apparence et la structure du bois, jusqu'à celui où, devenus une houille piciforme, ils ont complètement perdu toute ressemblance avec un corps organisé. Ces lignites d'alluvion se distinguent des lignites d'eau douce en ce qu'elles ne sont jamais accompagnées, comme celles-ci, de coquilles fossiles.

Dans la section relative aux terrains d'eau douce, on trouve l'indication des couches de lignite anciennement ou actuelement exploitées dans les Cantons de Vaud et de Fribourg, ainsi qu'au bord du lac de Zurich. Les lignites de Paudex, de Belmont, d'Oron, de St. Martin et de Semsale, font partie d'un même dépôt de combustible alternant avec des calcaires bitumineux remplis de planorbes, de lymnées, d'hélices, avec des marnes et des molasses friables qui contiennent elles-mêmes des hélices. Mr. Studer détermine avec soin les espèces de ces coquilles, en les rapprochant

des espèces vivantes ou fossiles avec lesquelles elles ont le plus de rapport.

Il hésite, avec bien de la raison, à rapporter au même dépôt, la lignite jadis exploitée dans les grès et les nagelfluhs de St. Saphorin, qui appartiennent aux groupes du terrain de molasse les plus rapprochés des Alpes calcaires, et qui par-là même présentent encore quelque chose de problématique dans leur gisement.

Les lignites de Kapfnach et d'Elgg méritent aussi d'être séparées de celles du Canton de Vaud; elles renferment, outre les coquilles d'eau douce, des dents du *Mastodon angustidens* et d'un rhinocéros que Mr. Schinz regarde comme le *Rhin. minutur*, le même qui se trouve à Moissac au nord des Pyrénées. D'ailleurs, la lignite y conserve encore la nature du bois, les bivalves (*unio* ou *anodontes*) du Canton de Vaud y sont remplacées par des *Cyrènes*, et la *Melania Escheri* paroît dans les molasses de Kapfnach. A Elgg les bivalves sont fort peu nombreux, et les couches de calcaire bitumineux et fétide mêlé de planorbes y manquent entièrement.

Dans quelques localités, comme à Goumoëns, à Boudry, dans la vallée de Court et du Locle, le calcaire bitumineux à planorbes et à lymnees se montre seul et sans mélange de lignites. Cependant Mr. St. seroit porté à croire que la lignite ne doit jamais en être fort éloignée, et que souvent ces couches calcaires ont indiqué fidèlement sa présence. A Boudry, le calcaire est accompagné de marne contenant des lymnées et de petits filons de gypse fibreux; au Locle il contient des couches de hornstein et de l'opale, et il n'est point associé à la molasse. L'auteur est porté à associer également au terrain d'eau douce de la molasse, les schistes d'Œningen, parce qu'il ne regarde pas comme suffisamment prouvé que les empreintes de plantes et d'a-

nimaux qui remplissent ces schistes, soient celles d'espèces actuellement vivantes dans les environs ; ce qui classoit naturellement cette formation parmi les alluvions les plus récentes.

C'est encore à la formation d'eau douce que se rapportent les tortues fossiles et les dents de mammifères découvertes dans la molasse aux environs d'Aarberg, décrites et figurées par Mr. Meisner dans le Muséum d'Histoire Naturelle de la Suisse n.° 9 et 10, ainsi que les moules intérieurs d'hélices qui remplissent, à Buacker dans l'Emmenthal, le milieu de certains rognons de grès dur enveloppés d'une molasse friable, qui se décompose en sable et qui est accompagnée d'une marne renfermant des empreintes de plantes.

La troisième section, qui traite des restes d'animaux marins, se divise en deux groupes distincts, d'après le gisement de ces fossiles, la nature des roches qui les accompagnent, et la position géographique qu'ils occupent. Ce sont les fossiles des collines subjurassiques, qui sont renfermés dans les grès et poudingues coquillés décrits au commencement de cet article, et ceux des collines subalpines, où plusieurs couches marneuses, pleines de pétrifications, alternent avec de la molasse commune, de la molasse compacte (*feste*), et du nagelfluh. Ces collines, qui bordent au nord les Alpes, sont celles du Belpberg, du Langenberg, etc., entre Berne et le lac de Thun, et celles des environs de Lucerne et de St. Gall.

Les fossiles du *muschel-sandstein* sont placés les premiers dans cette énumération, parce que ce terrain paroît plus intimément associé à la formation d'eau douce que ne le sont les collines subalpines.

Sous le rapport géologique il n'y a plus de distinction à établir entre les grès et les poudingues coquillés, puisque

tous deux renferment les mêmes pétrifications. Cette formation intéressante contient des restes de presque toutes les classes d'animaux. Les fossiles qui y sont en plus grande abondance, sont les bivalves et particulièrement certaines espèces. Les dents de poissons, ou glossopètres, viennent ensuite; les coquilles univalves, ainsi que les ossemens et les dents de mammifères, y sont rares.

Ces os et ces dents n'ont subi que peu d'altération; les coquilles n'en ont souvent éprouvé aucune: mais quelquefois elles sont comme calcinées, ou bien elles sont changées en spath calcaire.

On n'observe en général ni ordre, ni régularité, dans le gisement de ces restes d'animaux; les espèces, les genres, les familles sont confusément mélangés, et les jeunes individus ne se trouvent pas placés à côté des vieux de la même espèce, comme c'est le cas dans les lieux où les coquillages sont restés dans leur place originaire : ensorte qu'on pourroit croire qu'une portion considérable des fossiles du *muschel-sandstein*, n'ont pas vécu là où on les rencontre aujourd'hui, mais qu'ils y ont été transportés par quelque révolution de la surface du globe.

On trouve dans l'ouvrage, le catalogue de tous ces fossiles. L'auteur donne une courte description des ossemens de mammifères qu'il a pu observer lui-même, ou qu'il a trouvés figurés d'une manière reconnoissable dans les ouvrages antérieurs. Les restes de reptiles se réduisent à quelques émides ou tortues d'eau douce. Les poissons et particulièrement les squales de diverses espèces ont fourni à ce terrain une grande quantité de dents et de palais. On y a trouvé quelques restes de crustacés ressemblant à nos écrevisses d'eau douce. Les annelides y sont représentés par une espèce du genre *Dentalium*. Quant aux mollusques, il signale quelques espèces faisant partie des

genres *Fistulana*, *Mactra*, *Cytherea*, *Cardium*, *Pecten*, *Ostrea*, *Cassis*, *Murex*, *Trochus*, *Terebra* ?, *Cerithium*, *Voluta* ou *Buccinum*, *Ampullaria* ?, *Conus* et *Turritella*. Gessner et Razomowski avoient indiqué des coquilles d'eau douce comme se trouvant mêlées dans ce dépôt avec des coquilles marines. Mr. Studer n'en ayant rencontré aucune, mais ne voulant pas cependant nier la possibilité de ce mélange, renvoie à un nouvel examen à en constater l'existence.

Nous arrivons à la dernière partie de ce chapitre, celle qui traite des fossiles des coquilles subalpines. Mr. Studer a mis d'autant plus de soin à leur étude qu'il les regardoit comme plus importantes à cause de leur variété, et à cause aussi des résultats qu'on peut en déduire, relativement au but général de ses recherches.

Ces coquilles sont loin de présenter l'état de fraîcheur et de conservation de celles de Grignon, qui sont cependant plus anciennes, et de celles des collines subapennines qui paroissoient être du même âge. A l'exception des *peignes* et des *huîtres*, dont la coquille ne paroît pas avoir subi d'altération, la plupart de ces fossiles ne sont que des moules intérieurs; d'autres offrent encore des fragmens de la coquille dans cet état de décomposition qui les fait regarder vulgairement comme calcaires.

Dans le catalogue systématique de celles de ces pétrifications qui ont pu être déterminées avec quelque certitude, nous trouvons: *Asterias* 1 espèce; *Serpula* 1; *Balanus* 1; *Solen* 3; *Panopea* 1 (c'est la *Panopea Faujas* qui, par son abondance, caractérise une des couches de ce terrain); *Mya* 1; *Anatina* 1; *Lutraria* 1; *Corbula* 1; *Tellina* 1; *Corbis* 1; *Donax* 1; *Cytherea* 1; *Venus* 10; *Cardium* 9; *Arca* 4; *Unio* 1; *Modiola* 2; *Mytilus* 1; *Meleagrina* 1; *Pecten* 5; *Ostrea* 9; *Natica* 3; *Trochus* 4; *Turritella* 5; *Cerithium* 1 *Cancellaria* 1; *Murex* 3; *Buccinum* 3; *Mitra* 1.

En général les univalves, à l'exception des turritelles, sont rares dans la molasse subalpine des environs de Berne. Mais dans toutes les couches coquillères, ainsi que dans les couches de molasse sans coquilles, qui les accompagnent, on trouve des petites dents de squales, surtout des *Squalus canicula* et *cornubicus*.

Les *Bufonites*, ou palais de poissons, s'y rencontrent aussi, quoique rarement.

Ces couches subalpines si riches en fossiles, dont une seule localité étoit connue aux environs de Berne avant Mr. Studer, ont été signalées par cet habile observateur dans tout un district, de quatre lieues de diamètre, entre cette ville et le lac de Thun. Elles s'y montrent occupant des niveaux si variables qu'on peut estimer à quatre cents mètres la différence entre le maximum et le minimum de hauteur qu'atteint la même couche dans les differens points de ce district. Lors même que dans chacune des couches coquillères on trouve un mélange des diverses espèces de coquilles, cependant il y a toujours une espèce qui domine dans chaque strate en particulier; ainsi il reconnoît la couche des grosses huitres, celle des Panopes, celle des Venus, etc.

Nons regrettons extrêmement que les limites et la nature de cette notice, nous forçant à nous en tenir à la simple indication des points principaux traités par l'auteur, et au bref exposé des résultats géneraux de son travail, nous obligent de passer sous silence les descriptions détachées des localités où se présentent ces couches remplies de coquilles fossiles. Les collines qui bordent l'Aar des deux côtés, à sa sortie du lac de Thun, le Lochenberg, le Belpberg, le Langenberg, sont décrites avec soin dans tous les détails de leur constitution géognostique: une petite carte topographique, une vue de ces collines, et une section de la portion du Belpberg qui offre le plus évidemment la super-

position de ces différentes couches, aident à comprendre le texte et à suivre l'auteur dans le détail de ses nombreuses observations.

De pareilles descriptions, évidemment calquées sur la nature, nous paroissent peut-être les portions les plus importantes et les plus intéressantes de l'ouvrage; elles servent aux lecteurs à apprécier le mérite de l'auteur comme observateur; elles serviront de guide au géologue qui ira sur les lieux mêmes chercher à vérifier les observations contenues dans cet ouvrage, et nous pouvons affirmer que ce livre seul et la petite carte qui l'accompagne, le conduiront, sans autre secours, sur tous les points importans de ce district.

La section du Belpberg peut donner, d'un coup-d'œil, l'idée de la stratification de la colline. Deux couches de nagelfluh séparées par une couche de molasse, forment la base de la colline; au-dessus commencent de nouvelles couches de molasse schisteuse, dans le haut desquelles paroissent trois couches distinctes de pétrifications; la plus basse renferme un mélange de moules intérieurs de panopes, de tellines, de vénus, de bucardes, d'arches. Au-dessus vient une couche caractérisée par l'abondance de gros peignes et de vénus; puis une troisième par celle des *panopea Faujas*. Immédiatement sur cette couche de panopes repose une masse épaisse de nagelfluh, contenant de grosses huîtres. Quelquefois la couche de panopes est séparée du nagelfluh à huîtres par un lit mince de molasse schisteuse remplie de turritelles. De nouvelles couches de molasse forment au-dessus de cette troisième masse de nagelfluh le sommet du Belpberg.

On retrouve, mais avec de grandes différences de niveau, une succession à-peu-près semblable des mêmes couches dans les autres collines de ce groupe.

De cette différence de niveau dans une même couche dont les coquilles paroissent avoir vécu sur la place même qu'occupent leurs dépouilles, Mr. Studer semble conclure que l'état actuel des masses minérales qui bordent la vallée de l'Aar, existoit déjà avant la retraite des dernières eaux de la mer qui couvrirent nos contrées.

Les mêmes couches subalpines que nous voyons dans les environs de Berne, se retrouvent aussi près de Lucerne et de St-Gall. Notre auteur décrit ces deux localités et les espèces de coquilles fossiles qui se rencontrent dans chacune. Il indique aussi un terrain semblable dans la forêt de Bregenz.

Comparant ensuite les pétrifications des collines subalpines, avec celles du *muschel-sandstein* et celles des autres formations tertiaires, il ne trouve pas que la différence entre les terrains subalpins et subjurassiques soit aussi complète qu'on le croiroit au premier coup-d'œil. Car, à l'exception des restes de vertébrés, qui n'ont pas encore été trouvés dans les terrains subalpins, il y a lorsqu'on l'examine de près, d'assez grands rapports dans les genres, dans les espèces même des coquilles, ainsi que dans le gisement et la nature des roches qui les renferment, pour qu'on puisse en conclure à l'analogie géognostique de ces deux groupes, et à leur contemporanéité de formation par les eaux de la même mer.

Cependant il est porté à croire que le *muschel-sansdtein* se formoit dans les profondeurs les plus grandes où il recevoit un mélange de coquilles apportées par les courans, tandis que les couches subalpines étoient déposées sur les rivages de cette mer habités par cette foule de mollusques dont nous voyons aujourd'hui les restes sur le lieu même où ils vivoient jadis. La comparaison des niveaux relatifs de ces deux terrains, semble en effet confirmer cette hypothèse, car les couches subalpines atteignent jusqu'à 1000

mètres de hauteur absolue (à Butschelegg), tandis que les couches subjurassiques ne dépassent pas 700 mètres. De la comparaison détaillée qu'il établit entre les couches, le gisement et les coquilles des terrains marins de la molasse, et les terrains tertiaires de Paris, de l'Angleterre, du bassin de Vienne, de la Hongrie et de l'Italie, il déduit la conséquence que les collines subalpines, et par conséquent toute la formation de molasse, doivent être assimilées aux grès et sables marins supérieurs des environs de Paris, puisque c'est à cette formation que se rapportent les terrains subapennins avec lesquels les nôtres ont les plus grands rapports. Mr. Studer est en particulier très-frappé de l'analogie presque parfaite qui existe entre la structure du Monte-Mario, tel que le décrivent de Buch et Brocchi, et celle du Belpberg.

Voyant ensuite combien la hauteur absolue à laquelle atteignent les couches les plus récentes de formation marine, dans les Alpes, surpasse celle de ces mêmes couches dans les autres régions et surtout en Italie, Mr. Studer en tire pour conclusion finale de son ouvrage un résultat auquel l'avoit déjà conduit quelques-unes de ses observations de détail, resultat conforme aux idées les plus récemment émises par Humboldt, de Buch et Hoff, et à la théorie de Hutton et de Playfair, savoir, que ce n'est pas à la retraite, soit graduelle, soit rapide, des eaux de la mer, qu'est due la situation actuelle de nos continens au-dessus de leur niveau, mais bien au soulèvement de la croûte du globe par une cause agissant de bas en haut et dont les effets ont été variables sur les différens points de cette croûte.

Sur une masse d'anhydrite salée découverte dans les salines de Bex (Canton de Vaud), par Mr. de Charpentier. Communiqué à la Société des Sciences Naturelles du Canton de Vaud et à la Société Helvétique (1).

Mr. de Charpentier a communiqué successivement à ces deux Sociétés, un premier aperçu de la découverte qu'il vient de faire d'une masse d'anhydrite salée, dans la montagne qui fournit les sources salifères de Bex. Les premiers vestiges en ont été reconnus dans la galerie dite *du Bouillet*, commencée en 1726 par Mr. de Rovereaz, suspendue en 1733, reprise en 1811 d'après les conseils de Mr. Struve, et poussée en 1823, sous la direction de Mr. de Charpentier, jusques au puits dit le Puits *de Providence*, par lequel on s'élève perpendiculairement jusques à la galerie dite du *Fondement*, percée à 500 pieds au-dessus de celle du Bouillet. La galerie du Bouillet offre une étendue de 6787 pieds, dès son entrée jusques au fonds du Puits de Providence. C'est à environ 1200 pieds de ce dernier que l'on trouva, en janvier 1822, un mélange de fragmens anguleux d'anhydrite et de calcaire compacte plus ou moins siliceux, agglutinés par de l'anhydrite imprégnée de sel et par du sel gemme parfaitement pur, en une masse solide, exigeant le secours de la poudre. On en commença l'exploitation et

(1) Voyez notre Cahier d'Août, T. XXIX, p. 325.

l'on trouva que les pierres salées qui en provenoient, produisoient, après leur dessalement au moyen de l'eau, trente livres de sel par pied cube. De nouvelles recherches sur les diverses galeries ont fait connoître à Mr. de Charpentier une couche, dont les deux points extrêmes connus se trouvent à 2800 pieds en distance horizontale et à 600 pieds en distance verticale l'un de l'autre, sur une épaisseur moyenne de trente pieds ; ce qui présenteroit un volume de 50400000 pieds cubes (savoir 2800 × 600 × 30), et, par les résultats connus de dessalement, une quantité de 15120000 quintaux de sel pur. Il est à observer ici, qu'on ne parle que de ce qui est connu. La couche se trouvant, à ses deux extrémités explorées, aussi puissante et aussi salée qu'elle l'est dans les points intermédiaires, on doit en conclure qu'elle ne finit point là, mais se prolonge encore. Jusques où pourra-t-elle s'étendre, soit en longueur, soit en hauteur, soit en profondeur? c'est ce qu'on ignore pour le moment. Jusques à présent on a retiré de cette masse 5603 ÷ 78 liv. de sel, dont l'exploitation à coûté de 3 à 4 batz 3 rap. (1) par pied cube, selon que l'on a pu dessaler sur place, ou que l'on a dû transporter les pierres dans d'autres galeries pour faire cette exploitation.

Cette couche d'anhydrite salée est-elle peut-être la cause de la salure de nos sources, et en l'exploitant ne diminuera-t-on pas les produits de celles-ci? C'est là une question qui se présente naturellement. Mr. de Charpentier y répond, en affirmant que, jusques à présent, on n'a pas encore vu le plus léger indice de quelque rapport entre la couche et les sources. Partout où l'on a trouvé la couche salée elle se trouve parfaitement entière, sans crevasses et

(1) 45 à 65 centimes. (R)

sans cavités, qui nécessairement devroient s'y présenter si les eaux l'avoient pénétrée. Il n'y a donc ici aucun risque à courir.

Quant à l'origine de la couche, voici quelle est l'opinion de Mr. de Charpentier.

« Quoique la masse de roche salée, » dit-il, « soit parallèle aux *strata* de l'anhydrite qui la renferme, nous ne croyons pas que ce gîte présente une véritable couche. Sa structure étant un mélange de fragmens d'anhydrite, d'argile et de calcaire siliceux, agglutinés et imprégnés de sel, engage à croire qu'il est un véritable *filon*, c'est-à-dire, une crevasse formée parallélement aux *strata* de la roche et comblée par ces fragmens pierreux, dont les interstices ont été entièrement remplis par le sel gemme. Ce sel est-il dû à des eaux salées qui auroient traversé ces fragmens, ou bien doit-il son origine à des vapeurs de sodium et de chlore, condensées par refroidissement dans les interstices de ces fragmens? Nous n'avons pas encore des données suffisantes pour juger lequel de ces modes de formation seroit le plus vraisemblable. J'observerai seulement que ce sel est anhydre, c'est-à-dire, qu'il ne renferme pas de l'eau comme le sel obtenu par cristallisation au milieu de l'eau salée. »

MÉDECINE.

Considérations sur les maladies varioleuses qui succèdent à l'Inoculation de la Petite-Vérole et à celle de la Vaccine.

(*Second article*).

Vers la fin du siècle dernier, l'inoculation avoit tellement diminué la violence et la mortalité de la petite-vérole, l'on étoit tellement persuadé de l'absolue efficacité de ce préservatif, que généralement on espéroit voir un terme au retour des épidémies varioliques. De toutes les découvertes dont s'honore l'art de guérir, la plus importante, la plus étrange vint tout-à-coup interrompre les dispositions sanitaires que le vénérable docteur Haygarth et d'autres philanthropes faisoient alors adopter en Europe pour universaliser la pratique de l'inoculation. L'idée d'employer comme préservatif de la variole, une maladie de nature différente, que l'on peut communiquer facilement et sans danger, est un bienfait que la reconnoissance des hommes ne pourra jamais égaler.

Nous ne rappellerons les objections que l'on éleva contre la découverte de Jenner, que pour montrer leur identité avec celles qui retardèrent si long-temps les progrès de l'inoculation. Les adversaires de la vaccine affirmoient qu'elle ne garantissoit point de la variole, et citoient à l'appui de leur opinion l'exemple de personnes vaccinées, que cette maladie avoit pourtant atteintes. Les partisans de la vaccine soutenoient,

soutenoient, de leur côté, que la petite-vérole n'attaquoit jamais ceux qui avoient été vaccinés *régulièrement*, et rejetoient sur quelque défaut de procédé, les exemples de non succès mis en avant par leurs adversaires; cependant, les faits de ce genre se multiplioient, leur authenticité devenoit irrécusable, il falloit les expliquer; alors les vaccinistes eurent recours à deux suppositions. 1.° On avoit admis plusieurs espèces de fausse variole; on pouvoit admettre aussi plusieurs espèces de fausse vaccine, plus ou moins dénuées du pouvoir préservatif, et conclure qu'un certain nombre de ces éruptions varioleuses s'étoient montrées sur des individus antérieurement vaccinés avec du virus de fausse vaccine. 2.° Quand un individu soumis à une vaccine vraie dont la marche a été régulière, est atteint consécutivement de quelque éruption varioleuse semblable, en apparence, à la petite-vérole franche, cette affection est cependant spécifiquement différente, c'est la varicelle.

Les nombreuses épidémies de variole secondaire qui ont successivement éclaté sur différens points de l'Europe pendant les dix années qui viennent de s'écouler, ont singulièrement ébranlé les points de doctrine que nous venons d'exposer. Les traits caractéristiques les plus saillans de ces diverses épidémies offrent une ressemblance très-remarquable, et l'on peut conclure que leur essence est identique. Nous choisirons la description qui nous a été donnée par le docteur J. Thomson, de celle qui fit tant de ravages en Ecosse pendant les années 1818, 1819 et 1820 (1). Cet habile médecin prit une peine infinie pour se procurer les renseignemens les plus exacts. Nous l'avons quelquefois accompagné dans

---

(1) *An account of the varioloid epidemic*, etc., etc., 1 vol. in-8.° 1820. Edinburgh.

les visites qu'il faisoit aux malades indigens, et nous éprouvons une sincère satisfaction en rendant hommage à son zèle et à sa philanthropie.

L'attention des médecins écossais fut d'abord attirée vers le sujet qui nous occupe, par l'occasion qu'ils eurent d'observer sur des enfans non vaccinés, les effets produits par l'inoculation d'une varicelle qui paroissoit véritable. Le virus fut pris sur le fils du docteur Hennen; la maladie dont il étoit atteint, précédée par beaucoup de fièvre, conserva pendant tout son cours la forme vésiculaire (1). Les boutons ouverts ou desséchés vers la fin du quatrième jour, ne laissèrent à leur place qu'une surface écailleuse, et jamais de tubercules, de pustules, ni de croûtes cornées. Le sixième jour, l'éruption avoit disparu au point qu'alors il eût été difficile de désigner la maladie à laquelle cet enfant venoit d'échapper. En un mot, les médecins les plus expérimentés n'eussent

---

(1) La *vésicule* est une petite élévation renfermant de la lymphe et se terminant par la chute d'une croûte lamelleuse ou par desquamation de l'épiderme. Cette lymphe est quelquefois transparente et incolore, mais souvent laiteuse et de teinte opaline.

L'aspect de ces diverses formes d'éruption est d'une haute importance pour le diagnostique des maladies varioleuses. Les variétés de la varicelle ont été considérées comme formées au moins à leur début par des vésicules. La petite vérole est formée de pustules bien caractérisées.

La *pustule* est portée sur une base enflammée et contient du pus.

Une *papulle* est une très-petite élévation de la peau, de forme pyramidale, contenant très-rarement un fluide quelconque, portée sur une base plus ou moins enflammée, et se terminant le plus souvent par une légère desquammation de la peau.

pu désirer un exemple plus frappant du genre d'éruption qu'ils ont considéré comme constituant la varicelle franche. Des six enfans auxquels on inocula le virus pris sur le jeune Hennen, quatre furent atteints d'une éruption, d'abord vésiculaire, puis légèrement pustuleusé, dont le cours fut moins long que celui de la petite vérole inoculée. Les boutons qui couvrirent le corps des deux autres enfans, revêtirent, sur la fin, l'aspect variolique.

La nature du virus auquel on devoit ces éruptions, paroissoit si bien constatée, qu'on les considéra comme des cas de varicelle très-aggravée. Cette opinion acquit d'autant plus de consistance que, des sept personnes qui, dormant dans les chambres de ces enfans, furent atteintes de la contagion, quatre avoient déjà eu la petite-vérole.

L'épidémie à laquelle on devoit le cas du jeune Hennen, ne tarda pas à se propager, et parut en même temps en un grand nombre de lieux assez éloignés les uns des autres; elle prit un caractère dont nous ferons connoître les traits les plus saillans, en la considérant successivement chez des individus qui n'avoient été soumis ni à l'inoculation ni à la vaccination, puis chez ceux qui avoient subi l'une ou l'autre de ces opérations.

Les malades de la première classe ont généralement éprouvé une fièvre très-forte pendant les trois ou quatre jours qui précédoient la sortie des boutons. Cette fièvre n'offroit aucun symptôme qui permît de pronostiquer si l'éruption seroit de nature bénigne ou maligne, vésiculaire ou pustuleuse. L'éruption a présenté les innombrables variétés de la variole, décrites par les auteurs; et telle étoit la violence de la maladie, que sur deux cent quarante individus compris dans cette section, plus d'un quart a succombé.

La seconde classe comprend soixante et onze individus atteints par l'épidémie, et qui, à une époque plus ou moins

éloignée, avoient eu la petite-vérole naturelle ou inoculée; chez le plus grand nombre la fièvre éruptive fut violente, l'éruption varicelleuse; quelquefois cependant, les boutons ressembloient à ceux de la variole distincte ou confluente; de ce nombre deux sont morts.

Quoique vaccinées, beaucoup de personnes éprouvèrent les atteintes de la contagion. L'intervalle compris entre la vaccination et l'attaque de petite-vérole secondaire, a varié de quinze ans à un petit nombre de jours. Aucun fait n'a confirmé la supposition récemment émise, que le pouvoir modificateur de la vaccine s'affoiblit ou se perd avec le temps. Tout au contraire, l'épidémie a principalement attaqué les enfans vaccinés qui n'avoient pas encore atteint leur dixième année; avec l'âge, la constitution s'est évidemment fortifiée contre l'invasion de ce fléau. La fièvre éruptive étoit analogue à celle des deux autres classes, et quelquefois elle a été prise pour une fièvre maligne inflammatoire qui, dans le même temps, régnoit aussi épidémiquement; cette fièvre a presque toujours cessé au moment même de l'apparition des boutons, et peu de malades ont été retenus au lit. Chez quelques individus elle n'a été suivie d'aucune éruption; chez plusieurs, d'une seule vésicule ou d'une seule pustule; la sortie des boutons a été fort souvent précédée d'une rongeur passagère de la peau, qui eût aisément fait croire à un commencement de rougeole.

L'éruption s'est toujours faite par des papules, qui quelquefois disparoissoient sans changer de nature, mais se convertissoient le plus souvent en pustules ou en vésicules. Ces papules, de couleur rouge, semblables, au toucher, à de petits corps durs et ronds, se transformoient ordinairement au bout de quelques heures, en des vésicules transparentes, contenant un fluide limpide. Dans une variété de la maladie, ces boutons ne passoient point à l'état de pustules; ils s'ou-

vroient du troisième au quatrième jour, répandoient un liquide laiteux, se desséchoient, tomboient, et ne laissoient à leur place qu'une surface écailleuse. En un mot, cette affection correspondoit exactement aux descriptions les plus authentiques de la varicelle bénigne.

Dans une autre variété, les vésicules revêtoient graduellement la forme pustuleuse. Ce changement s'opéroit entre le troisième et le cinquième jour; au bout de 48 heures elles se desséchoient, puis tomboient sans laisser de dépression à la peau. Ainsi, pendant le cours de cette affection mixte, les boutons ont graduellement perdu l'aspect de la varicelle pour prendre celui de la variole. Pustuleuse ou vésiculaire dans son principe, cette affection présentoit le plus souvent, vers la fin, le caractère de la petite-vérole distincte, dont elle différoit pourtant par la petitesse des boutons et le fluide laiteux qu'ils contenoient. Il étoit impossible de prévoir si l'éruption, d'abord vésiculaire, conserveroit cette forme pendant tout son cours ou deviendroit pustuleuse. Quelquefois même on a vu une partie des boutons seulement subir cette métamorphose. Chez plus d'un individu, la pustule varioleuse entourée d'une auréole inflammatoire, ressembloit on ne peut plus aux vésicules produites par le virus vaccin, et cette ressemblance subsistoit même pendant le période du dessèchement. L'éruption se montroit d'abord à la face et aux parties supérieures; elle s'étendoit ensuite aux extrémités; dans quelques cas rares, on la vit envahir au même instant toute la surface du corps. Chez le plus grand nombre des individus vaccinés atteints par cette épidémie, la sortie des boutons s'est faite par éruptions successives, qui ont quelquefois paru même après le cinquième jour. Dans les cas les plus graves, cette circonstance a nécessairement prolongé la durée de la fièvre éruptive, et c'est par suite de ce phénomène que l'on a pu observer en même temps sur le corps

d'un même individu, la singulière réunion de papules, de vésicules et de pustules, à des degrés très-différens de maturité. La forme des boutons et leur volume ont considérablement varié, ainsi qu'on l'observe d'ailleurs dans la petite-vérole naturelle. Sur la face les pustules ont rarement atteint leur maturité avant le cinquième ou le sixième jour, sur le tronc avant le septième ou le huitième, et aux extrémités avant le huitième ou le neuvième; quelquefois même, principalement sur les doigts et les orteils, cette maturité a été retardée jusqu'au vingtième jour; dans quelques cas rares, leur chute étoit suivie d'élévations tuberculeuses ou de dépressions permanentes. Quelques malades plus gravement atteints, ont souffert de fièvres secondaires, de gonflement de la face, de salivation et d'inflammation de la gorge; cependant, ces symptômes ont rarement été de longue durée, et le malade a promptement recouvré un degré de vigueur et de santé bien différent de celui qui succède à une convalescence de petite-vérole naturelle cohérente. Un septième environ des individus compris dans cette dernière classe, ont souffert de nouveau de l'épidémie varioleuse. Chez les uns la première attaque avoit l'aspect de la variole, et la seconde celle de la varicelle; chez d'autres c'étoit l'inverse; enfin dans plusieurs cas, l'une et l'autre attaque avoient affecté la forme de la variole ou celle de la varicelle. Une jeune fille a été atteinte trois fois; les deux dernières éruptions, de nature pustuleuse, eurent lieu à dix-huit mois d'intervalle. Quatre-vingt-quatre individus composent cette section; un seul a succombé. Il est digne de remarque qu'un grand nombre d'entr'eux s'étoient déjà soumis à l'inoculation et exposés à la contagion de la petite-vérole sans en avoir éprouvé d'effet appréciable.

Les faits que nous venons de rassembler sont d'une haute importance; ils renferment la réponse à plusieurs questions

vainement agitées pendant ces derniers temps. Retraçons-les avec rapidité, en cherchant à en déduire quelques conséquences d'une utilité immédiate.

Huit siècles s'écoulèrent entre l'apparition des maladies varioleuses en Europe et l'introduction de l'inoculation. Pendant cet intervalle, qui comprend l'une des plus brillantes époques de l'art de guérir, *on admit presque universellement que la petite-vérole peut atteindre plus d'une fois le même individu;* les ouvrages des pères de la médecine abondent en faits qui viennent à l'appui de cette opinion, et l'on doit remarquer, qu'étrangers aux querelles que firent naître plus tard l'inoculation et la vaccine, leur esprit libre d'idées préconçues, n'admit que les résultats d'une saine observation. Ces médecins signalèrent les innombrables variétés des maladies varioleuses, et *les attribuèrent unanimement à un seul principe contagieux*, modifié dans son action par la constitution de l'individu, par celle de l'atmosphère et par quelques autres circonstances accidentelles.

A peine l'inoculation fut adoptée en Europe, que l'on oublia tous ces faits. Son pouvoir préservatif fut considéré comme infaillible, et l'on divisa les maladies varioleuses en deux genres, la petite-vérole et la varicelle. Grâces à cet arrangement, on se débarrassoit de tous ces cas de petite-vérole secondaire si difficiles à classer.

L'on commençoit à entrevoir combien étoient fausses les applications que l'on faisoit à ces cas du systême d'Heberden, quand la découverte de la vaccine vint ajourner d'interminables discussions. Les partisans de cette méthode ne se bornèrent point à se défendre, ils attaquèrent à leur tour les prôneurs de l'inoculation, et reproduisirent des preuves multipliées de rechute variolique après une petite-vérole naturelle ou inoculée.

Mais entraînés par leur zèle, ils réclamèrent pour la vac-

cine un pouvoir préservatif plus grand que celui qu'ils accordoient à la variole; leurs opinions triomphèrent, et l'on admit assez généralement que la petite-vérole pouvoit certainement atteindre plus d'une fois le même individu, mais que jamais on n'avoit vu une véritable petite-vérole sur un individu déjà vacciné.

L'expérience des dernières années a bien changé ces opinions, elle a prouvé que le pouvoir préservatif de la vaccine n'est pas plus infaillible que celui de la variole; mais la mortalité des trois classes de personnes atteintes par l'épidémie varioleuse d'Edimbourg, suffit pour démontrer la supériorité de la vaccine. En effet, tandis que l'on eut à regretter plus d'un quart des malades qui n'avoient été ni inoculés ni vaccinés; deux seulement entre les soixante et onze qui avoient eu la variole succombèrent à la contagion; et une seule mort sur quatre cent quatre-vingt-quatre personnes vaccinées, prouve d'une manière irréfragable la supériorité du pouvoir préservatif de la vaccine.

Cette même épidémie a démontré en outre, qu'un septième environ des malades composant la troisième classe, ayant ressenti une seconde et même une troisième fois les atteintes de la variole, les inoculations que l'on a proposé de faire subir aux enfans vaccinés sont inutiles, sans parler d'ailleurs du danger qui les acccompagne souvent.

Telle est en résumé, l'histoire des opinions relatives aux varioles secondaires. Il seroit difficile de trouver une série de théories plus incohérentes, plus entachées d'opinions préconçues plus en contradiction avec des faits d'une évidence palpable. La cause de ces erreurs est cependant aussi louable qu'évidente. Un esprit philanthrope pouvoit-il, sans ressentir un noble enthousiasme, poursuivre une découverte qui sembloit si féconde en heureux résultats? Pouvoit-il ne pas désirer de les voir réaliser? Du désir à l'espérance, de l'es-

pérance à la crédulité, le passage est facile; le seul tort c'est de l'avoir franchi. Peut-être après tant d'hésitations, devrons-nous aujourd'hui retourner d'un siècle en arrière et adopter l'opinion des médecins de la première époque; heureux si tant d'écrits polémiques n'ont eu d'autre résultat que de retarder le triomphe de la vérité!

Ch. COINDET.

LETTRE SUR LA VACCINATION EN AUTRICHE, adressée par Mr. le Dr. J. DE CARRO, aux Rédacteurs de ce Recueil.

Vienne, *ce* 30 *Juillet* 1825.

MM.

MR. le Dr. Pierre Dufresne, dont je viens de lire dans votre Recueil, les intéressantes *Observations sur la variole et la vaccine*, les termine (1) par la réflexion suivante :

« Sans vouloir anticiper et résoudre *à priori* des questions dont on ne peut obtenir la solution que du temps » et de l'expérience, je crois devoir indiquer que, si tous » les Gouvernemens imposoient aux parens la nécessité de » faire vacciner leurs enfans, d'une manière aussi stricte et » aussi rigoureuse qu'ils les obligent à les faire porter sur » les registres de l'état civil, on n'auroit plus d'affections » consécutives à craindre, puisqu'il n'y auroit plus possibilité d'avoir un foyer d'infection primitive. La variole seroit bannie de l'Europe, et toute recherche ultérieure seroit de pure curiosité. »

---

(1) Bibl. Univ. *Sc. et Arts*. T. XXVIII, p. 328.

Ces paroles m'ont d'autant plus frappé, que depuis un très-grand nombre d'années, le moyen qu'indique Mr. le Dr. Dufresne est employé par le Gouvernement autrichien, et le grand but de la vaccination presque atteint par ses sages mesures. J'ignore si le succès est égal dans toutes les provinces de l'empire, et surtout dans les campagnes, où l'exécution de ces mesures, qui sont les mêmes partout, est naturellement plus difficile; je ne parlerai que de ce qui se passe sous mes yeux et dans la capitale, quoique je n'aie aucune raison de croire que les choses aillent moins bien ailleurs.

Dès l'introduction de la vaccine à Vienne, où, comme on sait, mes deux fils aînés furent les premiers qui, dans le continent de l'Europe, jouirent de ce bienfait, le 10 mai 1799, ou plutôt, dès le moment où sa vertu anti-variolique fut suffisamment constatée, le Gouvernement chercha à la rendre obligatoire sans moyens de coërcition proprement dits, en la combinant avec les intérêts les plus chers des familles, surtout avec ceux de l'éducation. Chaque année, une liste, qui est, je crois, un relevé de celle de la conscription militaire, est portée de maison en maison, contenant les noms de tous ceux qui l'habitent, et dans laquelle chaque chef de famille doit indiquer les individus qui n'ont pas encore été vaccinés, ou qui n'ont pas eu la petite-vérole, en un mot, tous ceux qui sont encore susceptibles de la prendre; et le propriétaire, ou administrateur de la maison, doit veiller à ce que ces déclarations, qu'il signe lui-même, soient faites avec soin, chose fort aisée. De cette manière, on obtient dans chaque quartier de la ville, et par conséquent dans la ville entière, la liste exacte des individus non-vaccinés, c'est-à-dire de ceux qui peuvent encore être atteints de petite-vérole. Le commissaire de police et le médecin du quartier (*Bezirk's Arzt*) demandent

alors à chacun pourquoi la vaccination n'a pas encore eu lieu ; on dit ses raisons, on les écoute ; et comme il est fort rare que ce soit par prévention contre ce préservatif, ces motifs sont, pour l'ordinaire, qu'on attend une meilleure saison, que la dentition soit achevée, que l'enfant a été maladif, et, le plus souvent, qu'on n'y a pas encore pensé. On discute tout cela à l'amiable avec les parens, et la vaccination a lieu sans la moindre objection. D'ailleurs, si l'on en fait, l'époque arrive bientôt où elle devient indispensable, et voici comment.

Le Gouvernement donnant les soins les plus grands à ce que tout enfant, des deux sexes, reçoive l'instruction nécessaire à son état, et ayant outre cela, d'innombrables stipendes ou bourses à distribuer, il y en a peu ou presque point qui ne fréquentent quelque école ; or, tout enfant étant obligé de présenter un certificat de vaccination pour y être admis, il en résulte que cette mesure si simple et si salutaire, qui est encore répétée à l'époque de la confirmation, comme pour ainsi dire, une révision de la première, il en résulte, dis-je, que cette mesure atteint toute la jeunesse, presque sans exception, et que par conséquent la petite-vérole ne peut plus être que sporadique, c'est-à-dire, qu'elle ne peut se manifester que sur un fort petit nombre d'individus isolés ou abandonnés, et que toute épidémie variolique est devenue impossible, le fléau s'éteignant de lui-même, faute d'aliment.

Si néanmoins la petite-vérole paroît, le médecin qui en a connoissance doit l'annoncer sans délai à la police, et à l'instant, pour avertir les voisins et les passans de l'existence de la contagion, un grand écriteau est placé sur la porte de la maison, avec ces mots en grosses lettres ; *Hier sind die Blattern !* (*Ici est la petite-vérole*) : ce qui, en alarmant plus ou moins les parens des enfans du voisinage non-

vaccinés, les engage bientôt à se mettre en règle. L'importance et l'efficacité d'un pareil avertissement sautent aux yeux.

Si, malgré tant de soins, un enfant prend la petite-et en meurt, il est bien enterré en terre-sainte, mais, pour empêcher la communication du miasme, cet enterrement se fait clandestinement, et dans ce cas-là la jeunesse de la paroisse (*Schul-Jugend*) n'accompagne pas le convoi funèbre; et tous les six mois les noms des parens, qui ont laissé leurs enfans périr de la petite-vérole, sont signalés dans la *Gazette de Vienne*, comme ayant à se reprocher leur mort par négligence et opiniâtreté à ne pas profiter du bienfait de la vaccination, constaté par une si longue expérience et la sanction unanime des gens de l'art.

Telles sont les mesures simples et efficaces par lesquelles le Gouvernement autrichien a presque extirpé la petite-vérole, et réalisé le vœu formé depuis si long-temps par tous les amis de l'humanité, et si clairement exprimé dans les paroles de Mr. le Dr. Dufresne, que je viens de citer.

Il est résulté de là, que les cas de variole successive sont ici d'une extrême rareté. Quant à moi, je déclare n'en avoir jamais observé parmi mes propres vaccinés, et n'en avoir vu qu'un seul, où la petite-vérole ne fut rien moins que *mitigée*, mais très-grave et confluente, quoiqu'elle se terminât heureusement, et où la régularité de la vaccination précédente étoit prouvée par le journal d'un de nos plus soigneux vaccinateurs. D'après tous les renseignemens que j'ai pris auprès des médecins du Gouvernement, à qui les rapports de petite-vérole consécutive sont présentés pour vérifier les circonstances de la vaccination précédente, je crois qu'il seroit bien difficile, dans la capitale de la monarchie autrichienne, de prouver rigoureusement plus de dix cas de petite-vérole après la vaccina-

tion. Or, que signifient de si rares exceptions sur une population aussi nombreuse, pendant vingt-six années de continuelle vaccination ? Ne citoit-on pas jadis un nombre de doubles varioles beaucoup plus considérable ?

Si les rapports de l'Angleterre et de plusieurs autres pays sont si différens de ceux de l'Autriche, de la plupart des grands Etats de l'Allemagne, et notamment du Danemarck, je ne crois pas que cette différence puisse s'expliquer autrement que par la manière plus ou moins régulière dont les Gouvernemens surveillent l'importante affaire de la vaccination.

Les Anglais paroissent croire de pareilles mesures incompatibles avec la nature de leur constitution et avec leurs idées de liberté individuelle. C'est une question que je ne me permettrai pas de décider, quoiqu'on pût citer chez eux, ainsi qu'ailleurs, plusieurs mesures sanitaires dont l'exécution n'est pas laissée à la volonté des particuliers, mais à celle des autorités.

Quoiqu'il en soit, cette faculté de vacciner ses enfans ou non, de choisir entre l'inoculation ou la vaccination, a trouvé, dans la Grande-Bretagne même, des censeurs parmi les juges les plus compétens. Ecoutons l'historien de cette découverte, Mr. James Moore, directeur de l'établissement national de vaccine, et membre du Collège Royal des chirurgiens de Londres. (1)

« Il est remarquable, » dit-il, « qu'en Angleterre même, où » cette découverte a pris naissance, l'opposition ait été beau» coup plus violente que dans les autres pays. Personne » n'imaginera cependant que cette différence provienne de » ce que nos compatriotes soient plus ignorans ou plus » avides de gain que les praticiens de l'étranger. La véri-

(1) Voy. *The history and practice of vaccination* p. 115. London 1817.

» table cause en est notre liberté politique, qui tolère l'empirisme et divers genres d'imposture médicale, que les lois plus sevères des autres Etats savent réprimer ou anéantir. Cette facilité d'empêcher le mal et de punir les gens de mauvaise foi, dont jouissent les Gouvernemens arbitraires, peut dédommager en quelque sorte de la privation des autres bienfaits de la liberté.

Agréez, etc.

Jean DE CARRO, M.D.

ARTS MECANIQUES.

EXTRAIT DE LA PATENTE ACCORDÉE A LONDRES A MR. THÉODORE PAUL de Genève, en date du 13 mai 1824, pour des perfectionnemens, qui lui ont été communiqués, dans la manière de produire la vapeur et de l'appliquer à divers emplois : suivi de quelques réflexions du Rédacteur du *Repertory of patent inventions*, etc. (Septembre 1825).

(*Traduction*).

POUR obtenir la vapeur à une haute température, Mr. Paul remplace le générateur ordinaire, par un long tuyan métallique, d'un petit diamètre, qui est roulé sur lui-même, en laissant des intervalles entre ses replis, de manière à renfermer un espace de la forme d'un cône tronqué, ou de toute autre forme, propre à recevoir le combustible qui doit échauffer le tuyau.

L'eau est poussée dans l'une des extrémités de ce tuyau, par une petite pompe refoulante, et en passant dans toute sa longueur, lorsqu'il est chauffé fortement, elle ressort à l'autre extrémité convertie en une vapeur de haute pression.

Telle est l'esquisse générale de cette invention. Quoique Mr. Paul ne s'attache à aucune forme particulière pour le réceptacle du combustible, que doivent former les replis du tuyau, cependant nous recommanderons deux dispositions dont il donne le dessin.

La première présente à l'extérieur, la forme d'un ellipsoïde ou ovoïde, tronqué à son extrémité inférieure, et resserré vers le haut au point où la fumée doit s'échapper : au-dedans le tuyau est roulé de manière à former un fond élevé, de la forme d'un cône creux, dont la base vient se raccorder avec la section de l'ellipsoïde externe, un peu au-dessous de son foyer inférieur.

La seconde disposition offre, à l'extérieur, la forme d'un tronc de cône renversé : intérieurement les replis du tuyau forment, comme dans le premier cas, un fond relevé en cône, dont la base se raccorde avec la section inférieure du tronc externe.

Cette dernière disposition est destinée à l'usage des machines locomotrices. La large ouverture qu'elle présente dans sa partie supérieure, facilite beaucoup l'introduction du combustible. La première ne s'applique exclusivement à aucune machine; le combustible y est introduit, ou par l'ouverture du haut, où la fumée s'échappe, ou par une porte latérale ménagée entre les replis du tuyau. Dans l'un et l'autre cas, le tout est renfermé dans une caisse formée de plaques de fer, qui pour mieux conserver la chaleur, doit être double : ou en d'autres termes, la première caisse doit être

renfermée dans une seconde ; on remplit l'intervalle entre les deux caisses de brique pilée, de cendres de houille, ou de tout autre mauvais conducteur du calorique.

Le fond du foyer que forment les replis du tuyau, repose sur un anneau plat, de métal, au-dessous duquel un cône creux de fer battu, rattaché à cet anneau par sa base, reçoit les cendres du foyer et les conduit dans un cendrier.

Les charbons, ou autre combustible, brûlent dans l'espace contenu entre le réceptacle externe formé par la tuyau, et le fond conique du foyer, qui s'élève jusqu'aux deux tiers de la hautenr. Il convient d'introduire l'air nécessaire à la combustion dans le cône creux qui reçoit les cendres, au moyen d'un soufflet, plutôt que de lui donner accès simplement en ouvrant le cendrier (1).

Le tuyau est décrit comme étant fait de cuivre : Mr. Paul ajoute qu'il peut être fait également d'autres métaux ; indiquant en particulier le platine, l'or et l'argent, dont cependant le prix écarte tout-à-fait l'emploi (2). Il convient de remarquer que le réceptacle externe et le fond conique du foyer, sont formés par les replis d'un seul et même tuyau,

---

(1) Il est à remarquer que dans cette dernière disposition, qui est de l'invention de Mr. Paul lui-même, l'appareil n'a pas de cheminée, et que la circulation de l'air s'opère par l'action du soufflet, qui occasionne une beaucoup moins grande déperdition de chaleur que le courant d'air ordinaire. (R)

(2) L'emploi de ces métaux n'est pas tout-à-fait improbable dans le cas où l'on construiroit de très-petites machines à vapeur sur le principe proposé par Mr. Paul, et pour les appliquer à certains métiers délicats, ordinairement mis en action par la main de l'homme. (R)

ensorte

ensorte que l'eau introduite à une des extrémités, parcourt librement tous ces replis. Ainsi injectée au sommet du réceptacle elle descend en spirale jusqu'à la base, vers le support annullaire dont nous avons parlé : de là elle remonte en circulant dans les replis du fond conique, et du sommet de ce fond, elle redescend dans le creux du cône par un prolongement du tuyau, qui la conduit ensuite dans la machine à vapeur. Les replis qui forment le fond doivent être suffisamment espacés pour que ce fond remplisse l'office d'une grille placée au-dessous et au milieu du combustible, qui permette l'accès de l'air et la sortie des cendres. La marche qui vient d'être tracée pour la circulation de l'eau, ou de la vapeur, est celle que Mr. Paul indique comme propre à élever la température au plus haut point.

Un tuyau de 150 pieds de long suffit pour une machine de la force de deux chevaux (1). Pour résister à une pression intérieure de 150 livres par pouce carré, le tuyau, s'il est fait de cuivre, doit avoir un diamètre interne de $\frac{3}{16}$ de pouce, et une épaisseur de $\frac{1}{16}$: son diamètre externe est ainsi de $\frac{5}{16}$ de pouce. S'il est fait d'un autre métal, son épaisseur varie en conséquence.

Le réservoir de l'eau qui doit être injectée dans le tuyau, est représenté comme placé au-dessus du foyer dans les machines stationnaires. Dans celles qui doivent être adaptées à des voitures, sa position dépendra de la forme de la voiture.

Pour les machines d'une plus grande force que celle qui est indiquée, on emploie plusieurs tuyaux, disposés

(1) Une pareille machine auroit environ 2 pieds de haut, sur 18 pouces de large : elle pèseroit au plus 30 livres. (R)

chacun de la manière susdite, et formant autant de foyers distincts, ou combinés tous en un seul foyer. Leur longueur totale dépend de la quantité de vapeur requise. Ils peuvent être chauffés par le contact immédiat du combustible embrasé, ou par une chaleur réfléchie ou rayonnante, ou enfin par la combustion du gaz. La grandeur, la forme et l'arrangement des replis du tuyau peuvent aussi varier, pourvu qu'il n'y ait aucune interruption, de l'extrémité où l'eau est injectée, à celle où la vapeur doit ressortir. Le fourneau peut varier de forme et de construction. Mr. Paul recommande de revêtir le tuyau d'un enduit de fine argile, ou d'autre matière propre à le préserver de la corrosion rapide, qui résulteroit de la haute température à laquelle il est exposé.

* * *

Nous pensons qu'on peut fonder de grandes espérances sur l'emploi des générateurs *légers*, tels que ceux en forme de tubes, qui sont décrits dans cette patente. Mais nous croyons nécessaire de leur adapter alors le perfectionnement inventé par Mr. Perkins, qui consiste à retenir la vapeur dans leur intérieur, au moyen d'une soupape, jusqu'au moment où elle est portée au degré d'élasticité ou de haute pression, convenable pour être envoyée dans la machine : autrement nous sommes convaincus, par les expériences dont nous avons été témoins, que la vapeur formée à l'extrémité inférieure du tube emporteroit avec elle la plus grande partie de l'eau introduite, et laisseroit ainsi le tuyau exposé presque vide à l'action du feu (1). Dans la

---

(1) On ne peut guères supposer que la vapeur *emportât* l'eau introduite dans le tube sans lui donner le temps de se décomposer; mais il pourroit bien arriver que cette eau chassée con-

disposition proposée par Mr. Paul les soupapes seules de la machine fermeroient les tuyaux : mais quelque longs qu'ils soient, nous ne pensons pas que leur longueur suffit pour empêcher l'eau de passer occasionnellement dans la machine avec la vapeur, si la soupape dont nous avons parlé, ne contribuoit pas aussi à la retenir, jusqu'au moment convenable pour son émission.

Quelques patentes ont déjà été délivrées pour des générateurs tubulés. L'une fut accordée en 1805 à Mr. Cox Stephens (1), mais la forme et la construction du générateur différoient de celles que propose Mr. Paul. Mr. Woolf s'est aussi servi de pareils générateurs dans quelques-unes des machines à vapeur pour lesquelles il a obtenu des patentes, il y a quelques années : mais les tubes étoient de beaucoup plus grande dimension que ceux-ci, et disposés d'une manière très-différente (2). Enfin Mr. James Curdy, de New-York, a pris en juillet 1824 (3) une patente pour un générateur tubulé ; mais qui n'avoit aucun rapport avec celui dont il est ici question. Par le fait, Mr. Paul ne présente point le générateur spécifié comme étant de sa propre invention, ou comme étant entièrement neuf, puisqu'il l'annonce comme une découverte de MM. Revon et Moulinié, qui en 1823 ont obtenu à Paris pour cet objet un brevet d'invention de quinze ans (4).

---

tinuellement dans le tuyau générateur, par la pompe refoulante, finit par le refroidir assez, pour qu'elle ne se décomposât plus dans un passage très-rapide au travers de ce tuyau. (R)

(1) *Repertory of Arts*, etc., seconde Série. T. VII, p. 173.

(2) Les machines de Mr. Woolf sont employées dans presque toutes les mines de Cornouailles. (R)

(3) A peu près en même temps que Mr. Paul (R)

(4) Nous avons déjà fait remarquer que la seconde disposi-

Dans l'état actuel de l'invention, et sous le rapport important que nous avons signalé, nous ne pouvons la considérer que comme un essai qui promet beaucoup : c'est dans le vif désir que nous avons de le voir réussir, que nous avons suggéré ci-dessus l'idée d'un perfectionnement à y apporter. Nous pensons aussi que la disposition des replis du tuyau, est loin d'être la plus favorable au but que l'on se propose : l'accroissement de la température y dépend trop de la communication latérale de la chaleur, qui, comme Rumford l'a démontré, il y a bien des années, est beaucoup moins considérable que celle qui a lieu de bas en haut, à égales quantités de combustible. L'emploi de ces tubes assez minces, pour supporter le combustible, ne nous paroît pas non plus bien entendu, surtout quand on se sert de la houille d'Angleterre, qui demande à être fréquemment remuée avec le fourgon, et qui est sujette à une sorte de fusion visqueuse ; deux circonstances qui hâteroient la destruction des tubes. Nous placerons plutôt le combustible sur des tuyaux de fer assez forts, qui entreroient ensuite en communication avec le grand tuyau de cuivre, et qui recevroient l'eau à sa sortie de la pompe refoulante. Ce dernier acquerroit probablement plus de chaleur, si ses replis formoient au-dessus du foyer un dôme de forme ovoïde et surbaissée, semblable à la partie supérieure d'un fourneau à reverbère, et recouvert d'une voûte faite de matières non-conductrices du calorique.

Nous ajouterons qu'on peut, à la vérité, empêcher l'eau d'être entraînée avec la vapeur dans la machine, en se servant d'une petite pompe qui injecte à chaque coup une

---

tion du générateur, celle où les replis du tuyau forment deux cônes renfermés l'un dans l'autre, et où il n'y a pas de cheminée, est due à Mr. Paul. (R)

quantité d'eau assez foible pour qu'en passant dans le long tuyau chauffé au rouge, elle se convertisse tout entière en vapeur : et nous croyons que c'est là le procédé que Mr. Paul se propose d'employer. Mais de cette manière, une grande partie de la vapeur se décomposera en gaz sujets à faire explosion dans bien des cas, et ces tuyaux seront corrodés beaucoup plus promptement, que si l'on se sert des soupapes dont nous avons parlé plus haut.

SUSPENSION DE LA PREMIÈRE CHAINE du pont de Bangor sur le Ménaï.

(Extrait de l'*Edinb. J. of. Sc.* N.° V).

NOUS avons donné, dans le tome XXI (1) de notre Recueil, une idée de l'entreprise gigantesque d'un pont suspendu par des chaînes, au-dessus du détroit de Menaï, qui sépare l'île d'Anglesey du comté de Carnarvon, dans la principauté de Galles, entre Bangor et Braint. Depuis trois années on travaille à réaliser ce grand projet : les culées ou môles, et les grandes piles de suspension qu'elles portent sur les deux rives, sont maintenant achevées : ces culées sont elles-mêmes d'immenses ponts qui s'avancent dans le détroit, portés sur des arches qui permettent aux voitures de circuler au bord de l'eau. On a procédé au printemps de cette année à la suspension des huit chaînes énormes qui doivent supporter le pont.

Le 23 avril, la première chaîne fut établie au-dessus du

---

(1) Page 139 et 196.

détroit, en présence d'un concours immense de personnes de tout rang. A deux heures et demie, à la moitié de la marée montante, le radeau préparé pour ce service, et qui portoit la chaîne, fut détaché de son ancrage sur la côte de Carnarvon, et toué par deux bateaux, qui, avec l'aide de la marée, l'amenèrent au milieu même du détroit, entre les deux culées : là il fut assujetti à plusieurs bouées ancrées dans le canal. Cette opération difficile fut achevée en 25 minutes. L'extrémité d'une chaîne d'amorce qui descendoit du sommet de la grande pile de la culée de Carnarvon, jusqu'à la ligne des hautes eaux, fut alors réunie solidement par des boulons à celle de la chaîne que portoit le radeau. Cette réunion s'effectua en 10 minutes. On lia ensuite l'autre extrémité de la chaîne du radeau à deux énormes poulies, dans le but d'élever cette chaîne dans tout son développement jusqu'à la hauteur de la suspension, en la rattachant au sommet de la pile de la côte d'Anglesey. Le poids total de cette chaîne étoit de 25 tonnes (1). Lorsque les poulies eurent été solidement fixées à la chaîne, deux cabestans principaux et deux de réserve commencèrent à agir, mûs chacun par 24 hommes. Afin de maintenir de l'ensemble dans le mouvement des hommes attachés aux principaux cabestans, et de régler ainsi leur rotation, un fifre jouoit des airs cadencés; les ouvriers avoient été préalablement dressés à cet exercice. La chaîne s'éleva alors majestueusement, aux acclamations répétées des spectateurs.

A 4 h, 50', le dernier boulon fut fixé et la chaîne entièrement établie. Il s'écoula ainsi seulement 2 h. 50' depuis le moment où le radeau fut mis en mouvement jusqu'à la fin de l'opération.

---

(1) 50000 livres avoirdupois, qui équivalent à 45500 l. poids de marc. (R)

Ce bel échantillon de l'architecture anglaise sera un monument durable du discernement qu'a montré le gouvernement actuel, en mettant à profit le génie de Mr. Telford.

Immédiatement après l'établissement de la chaîne, trois des ouvriers ont eu la témérité de traverser le détroit en marchant sur l'étroite surface qu'elle présentoit. Cette chaîne offroit une courbe de 580 pieds de développement et de 43 pieds de flèche.

Voici l'énoncé sommaire des dimensions du pont (1). La longueur totale de la chaîne est d'environ 1600 pieds (2). La hauteur du tablier du pont au-dessus des hautes eaux est de 100 pieds. Chacune des 7 piles qui supportent les ponts-culées, a 65 pieds, de la ligne des hautes eaux à la naissance des arches : l'ouverture de chacune de ces arches est de 52 pieds. Le tablier du pont offre deux voies charrières, chacune de 12 pieds de large, et un trottoir de 4 pieds entre deux. Les deux voies charrières passent sous deux arches pratiquées dans les piles de suspension, de 3 pieds d'ouverture et de 15 pieds de haut, jusqu'à la naissance de la voûte. Pour contrebalancer les contractions et dilatations du fer, dues aux changemens de température dans les diverses saisons, les coussinets sur lesquels reposent les chaînes au sommet des piles, sont placés eux-mêmes sur un assortiment

---

(1) Le pied anglais est au pied français comme 15 est à 16. (R)

(2) Il y a ici quelque erreur : on vient de voir qu'entre les piles de suspension, cette chaîne offre un développement de 580 pieds. Il est impossible d'admettre que les portions de la chaîne comprises entre les sommets des piles sur lesquelles elles passent et le point du sol où elles viennent s'enterrer, puissent donner la longueur de 1020 pieds, nécessaire pour compléter le nombre de 1600 pieds. (R)

de rouleaux (1). Les verges verticales qui rattachent les traverses du tablier aux chaînes de suspension, ont un pouce carré de section, et sont espacées de 5 pieds. Les chaînes, au nombre de 16, sont formées, chacune dans leur épaisseur, de 5 barres : les barres, ou chaînons, sont longues de 9 pieds 9 pouces, larges de 3 pouces et épaisses de 1 pouce.........

Le nombre total des barres, dans une section de toutes les chaînes, est ainsi de 80.

La seconde chaîne a été établie deux jours après la première, les 14 autres étoient prêtes à être suspendues, dans les momens où la marée favoriseroit cette opération.

MÉLANGES.

NOTICE SUR LA ONZIÈME (2) SESSION DE LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES réunie à Soleure les 27, 28 et 29 juillet 1825.

(*Second Article*).

SECONDE JOURNÉE. Mr. le Président ouvre la séance en communiquant à l'assemblée le don fait à la Société, par le Gouvernement du Canton de Soleure, d'une somme de 400

---

(1) L'appareil, ainsi décrit, nous paroît propre à laisser libre le jeu résultant de l'allongement et du raccourcissement des chaînes, mais non pas à *contrebalancer* ces mouvemens. (R)

(2) C'est par erreur que la session de 1825 a été intitulée *dixième* dans notre Cahier d'Août.

livres de Suisse (600 francs), comme témoignage de la satisfaction qu'il éprouve à la voir siéger à Soleure. Une Commission composée de MM. De Candolle, de Genève, Manuel, de Berne, et Rengger, d'Arau, est chargée de se rendre auprès de Mr. l'Avoyer d'Aregger et de Mr. le Bourgmestre Sury, pour leur exprimer la reconnoissance de la Société.

La Société vote une somme de 200 livres de Suisse, pour le monument que la Société des Arts de Genève élève au professeur Pictet.

Mr. le Président présente la liste d'un grand nombre d'ouvrages offerts à la Société par ses membres et associés étrangers.

Sur la demande de Mr. Venetz, ingénieur du Valais et membre de la Société, une Commission est nommée pour examiner les travaux qu'il a entrepris au glacier de Giétroz (vallée de Bagne), dans le but de prévenir l'encombrement futur de la Drance, et pour juger si les attaques dirigées dans le Valais, contre les méthodes de Mr. Venetz, ont quelque fondement. La Commission se compose de MM. Dufour, lieutenant-colonel du génie, et Necker, professeur, de Genéve.

Mr. le professeur Chavannes lit le Rapport, rédigé par lui, de la Société Cantonale de Vaud. Entr'autres travaux intéressans, il y est fait mention des recherches de Mr. l'ingénieur Pichard sur la force des bois, de la découverte faite par Mr. de Charpentier, dans les salines de Bex (1), des observations de Mr. A. Forel sur le petit vers de la vigne, de l'essai des paragrêles dans les vignobles de La Côte et de La Vaux. etc. Cette Société a à regretter Mr. *L. Rey-*

---

(1) Voy. plus haut, p. 131.

nier, dont une biographie intéressante publiée par Mr. le général La Harpe, est distribuée aux membres présens (1). Cette perte a été rendue plus sensible encore par la mort de Mr. *Emile Reynier* fils, jeune médecin d'une grande espérance, qui a précédé de quelques mois son père dans le tombeau.

Mr. Manuel fait lecture du Rapport de la Société Cantonale de Berne. Cette Société, qui marche actuellement de pair avec la Société Economique établie depuis de longues années, s'est occupée avec activité de la statistique du Canton, et du perfectionnement de l'agriculture et de l'industrie.

Mr. le Dr. Gimbernat, associé étranger de la Société, communique quelques notes sur la composition chimique des eaux thermales, et sur la meilleure disposition à donner aux étuves que l'on peut construire au-dessus de ces eaux. 1.° L'auteur a trouvé le sulfate de soude cristallisé dans le gypse de Mühlingen sur la Reuss : la présence de ce sulfate en nature dans les terrains de cette contrée, expliqueroit comment il se fait que les eaux thermales d'Argovie en soient chargées, sans recourir à l'hypothèse de Mr. de Klaproth. — 2.° Une voûte qui recouvroit l'une des sources de Baden, et qui n'avoit pas été visitée depuis 140 ans, a été ouverte en dernier lieu : elle étoit tapissée de fleur de soufre, en telle quantité, que cette substance, recueillie et séchée, a donné un poids de 14 livres. Cependant, dans les bains, les eaux n'exhalent point l'odeur de l'hydrogène sulfuré : l'auteur en conclut que le soufre s'y trouve dans un état qui n'est pas celui de ce gaz, mais que le composé qui le renferme

(1) Cette notice a été insérée dans le T. XXIX de notre division *Littérature*, p. 459.

n'est pas soluble dans l'eau, et qu'il est consumé au contact de l'oxigène de l'air. — 3.° L'auteur signale dans les eaux de Baden et dans toutes les eaux thermales, l'existence d'une matière organique analogue aux oscillatoires. Il a cru apercevoir au microscope les mouvement de ces petits corps, et l'analyse chimique des eaux lui a toujours donné les élémens des substances animales. — 4.° La disposition des étuves qu'il propose de construire au-dessus des eaux thermales, a pour but de recueillir, à leur naissance, tous les produits gazeux, qui doivent avoir le plus d'efficacité médicale, et qui sont perdus dans la construction ordinaire des bains.

Mr. le professeur Gautier, de Genève, lit un Mémoire sur la détermination de la position géographique de Genève. Après avoir dit quelques mots sur l'utilité de la détermination de la position des chefs-lieux des divers Cantons de la Suisse et sur les travaux déjà exécutés pour atteindre ce but, il expose sommairement ce qui a été fait à Genève depuis 1770, d'abord par J. A. Mallet, secondé par MM. Trembley et Pictet, ensuite par les ingénieurs français, enfin, par Mr. Pictet et par lui, dans les opérations de signaux à feu faites en 1822 et qui lient l'observatoire de Genève à ceux de Milan et de Paris (1). La moyenne des résultats obtenus donne, à très-peu de chose près, 15′ 16″ de temps, soit 3° 49′ pour la longitude de l'observatoire de Genève, à l'est de celui de Paris. La détermination de la latitude, obtenue par l'auteur, résulte principalement d'observations de l'étoile polaire, faites cette année, avec le cercle répétiteur de Gambey (de 20 p. de diam.) que possède l'observatoire de Genève. La moyenne de 56 séries, comprenant plus de 700 observations faites aux passages supérieurs et inférieurs de la polaire, donne pour

(1) V. *Bibl. Univ.* T. XXVI, p. 7.

la latitude cherchée 46°, 12', 2'',6; les opérations géodésiques de l'est de la France donnent 46°, 12', 2,8 : résultats qui offrent un accord satisfaisant. L'auteur déduit des opérations exécutées par les ingénieurs français, pour la délimitation des territoires français et suisse, la position de 35 points situés aux environs de Genève, entr'autres celle de la cathédrale de Lausanne, qui auroit pour longitude 46°, 31', 24''6, et pour lat. 4°, 17', 54'',2.

La Commission nommée en 1823 (1) pour s'occuper des observations météorologiques et hypsométriques, dans divers lieux de la Suisse, présente à la Société, par l'organe de Mr. Horner, rapporteur, le plan d'exécution suivant. On déterminera barométriquement les hauteurs relatives de 12 villes principales, savoir, Berne, Bâle, Genève, Arau, Lausanne, Soleure, Schaffouse, Zurich, Lucerne, St.-Gall, Coire et Bellinzona : pour cela il sera fabriqué 12 baromètres et 12 thermomètres semblables et exactement comparés, que l'on distribuera dans chacune de ces villes. Ces instrumens seront observés aux mêmes heures, par des observateurs désignés, qui consigneront leurs résultats dans des feuilles météorologiques de formes données. De cette manière, la hauteur au-dessus de la mer de l'une quelconque des places indiquées, étant rigoureusement établie, on déterminera aisément celles des onze autres : et ensuite la hauteur de ces stations sera éminemment utile à la mesure des nombreuses sommités de la Suisse dont l'élévation est encore imparfaitement connue. Le plan de la Commission est adopté, et tous les détails d'exécution sont immédiatement réglés (2).

---

(1) Cette Commission se composoit de MM. Pictet, De Candolle, Trechsel, Zschokke, Horner, Ebel, et Kasthofer. Mr. Pictet a été remplacé cette année par Mr. Gautier.

(2) Les baromètres sont fabriqués à Zürich et les thermomètres à Genève par Mr. Gourdon.

Mr. Horner lit le Rapport de la Société Cantonale de Zurich, qui compte actuellement 108 membres, parmi lesquels MM. Ebel, Schinz, Hirzel, Horner, etc., ont fourni cette année de nombreux matériaux.

Mr. le prof. Choisy lit le Rapport de la Société Cantonale de Genève, rédigé par Mr. le Dr. Gosse, secrétaire. La première partie du Tome III des Mémoires de cette Société a paru dernièrement (1) : plusieurs de ceux qui y avoient été lus dans le courant de cette année, sont imprimés séparément et ont été offerts à la Société Helvétique.

On fait lecture d'une proposition de Mr. le cons. Ustery, de Zurich (membre absent), qui demande que la Société s'occupe d'une analyse exacte de toutes les eaux minérales et thermales que renferme la Suisse, ainsi que de la recherche des moyens propres à en rendre l'usage le plus salutaire possible. Une Commission composée de MM. Ustery, Irminger et Rahn, de Zurich, est chargée d'examiner cette proposition, et de présenter un plan d'exécution dans la session prochaine.

Mr. le Président lit le Rapport de la Société Cantonale de St.-Gall : plusieurs membres de Thurgovie et d'Appenzell se rendent habituellement aux séances de cette Société : on s'y est occupé principalement des fossiles contenus dans la houillère voisine d'Uznach, de l'analyse soignée de plusieurs eaux minérales, de l'examen botanique et zoologique des Alpes appenzelloises, des causes de la cherté des denrées et des moyens d'y remédier, etc.

On lit une lettre de Mr. Luthy, pharmacien à Fribourg, qui, en communiquant quelques nouvelles scientifiques de ce Canton, donne l'espérance d'y voir organiser dans peu de

---

(1) *Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève*, T. III. 1.re part. in-4.° de 129 p. 1825. A Paris et à Genève, chez J. J. Paschond.

temps, une Société Cantonale analogue à celles des autres villes de Suisse.

Le Rapport de la Société Cantonale de Schaffouse est lu par le Président.

On lit un Mémoire de Mr. De Luc, de Genève, sur la transparence de l'air comme pronostic de pluie, et sur les fluides qui troublent cette transparence. L'auteur cite un grand nombre d'observations, qui prouvent qu'en général une transparence extraordinaire de l'atmosphère, avec un ciel pur, est suivie, au bout de quelques heures, d'une pluie abondante. Il croit pouvoir en conclure que ce n'est pas la plus ou moins grande quantité de vapeur aqueuse mêlée à l'atmosphère, qui en altère plus ou moins la transparence; et que cet effet est dû à quelque autre espèce de vapeur, à laquelle il donne le nom de *vapeur sèche*. Il cite comme exemples de ce genre de vapeurs, celles qui s'étendirent sur une partie de l'Europe en 1783, et qui n'affectoient point l'hygromètre; et il range dans la même classe celles qui souvent procurent à l'air une teinte brumeuse, sans donner des signes apparens d'humidité. Ces vapeurs étant souvent le signe précurseur d'un orage accompagné de tonnerre, l'auteur pense qu'elles ont quelque connexion avee le fluide électrique.

La Société ayant entendu la lecture d'un Rapport de Mr. le past. Wittenbach, de Berne, sur l'état des archives et de la bibliothéque, déposées dans le Musée de cette ville, pourvoit à l'entretien de cette collection.

Mr. le Président met en délibération le choix du lieu de la session de 1826. La Société, adoptant pour principe de faire participer, s'il est possible, tous les chefs-lieux de Cantons au mouvement scientifique qu'imprime nécessairement une réunion nombreuse d'hommes instruits, aux villes où elle a lieu, désigne au scrutin pour le lieu de la session

prochaine, la ville de Coire, dans le Canton des Grisons, et pour Président de cette session, Mr. Baptiste de Salis. Dans le cas où quelque obstacle s'opposeroit à ce que la ville de Coire reçût la Société, la session aura lieu à Zurich, sous la présidence de Mr. Ustery.

Après le repas, la Société va visiter le beau cabinet des fossiles du Jura, formé par Mr. le chanoine Hugi, et dont la ville de Soleure a fait l'acquisition en dernier lieu. Cette collection, d'un grand prix, renferme un grand nombre de pétrifications très-remarquables par leurs dimensions et leurs espèces : telles sont de grandes carapaces de tortues, des dents de crocodiles, et d'autres dont la nature n'a pu encore être déterminée. On trouve dans le même cabinet un fort bon choix d'animaux du pays, empaillés (quadrupèdes et oiseaux), parmi lesquels on remarque trois beaux chats sauvages tués dans le Jura.

La journée se termine agréablement dans la maison de campagne de Mr. Pfluger, le Président, qui est située sur la rive droite de l'Aar (non loin de la route de Berne), et qui jouit d'une vue charmante sur le cours de cette rivière.

Note sur l'inclinaison magnétique observée a Genève en 1775, par Sir George Schuckburg. Lue à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle, le 20 octobre 1825, par Mr. Théod. De Saussure.

Mr. le Prof. Gautier a consigné dans la *Bibliothéque Universelle* (p. 37 de ce vol.) le détail de l'observation que Mr. Arago a faite à Chambeisy, près de Genève, le 2 septembre

de cette année, sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Il en déduit que cette inclinaison peut être considérée actuellement à Genève comme très-voisine de 65° 48′ ½.

Mr. Gautier, en décrivant cette opération, dit qu'il n'avoit pas connoissance qu'on eût fait antérieurement dans ce lieu, d'autre observation analogue : mais j'ai trouvé dans une note manuscrite de mon père, que Sir. G. Schuckburg connu comme un observateur très-exact, avoit dans son passage à Genève en 1775, pris l'inclinaison magnétique à la fin d'août et le commencemnt de septembre, et qu'il l'y avoit trouvée de 69° 27′.

Le même physicien répéta à la même époque cette observation au sommet du Môle, et il y trouva l'inclinaison magnétique de 69° 7′. Mon père accompagna Schuckburg sur cette montagne, qui est située à cinq lieues de Genève, et qui est élevée de 760 toises au-dessus du lac.

L'observation de Schuckburg, comparée à celle de Mr. Arago, montre que l'inclinaison magnétique a, dans l'espace de cinquante ans, diminué à Genève, environ de 3° 39′, et que cette diminution s'accorde en général avec celles qui ont eu lieu à Londres et à Paris, où elles peuvent être évaluées pour le même espace de temps, à des quantités comprises entre 3 et 4 degrés.

ASTRONOMIE.

Notice sur la dernière Comète, par le Prof. Gautier.

L'Année 1825 sera mémorable dans les annales de l'astronomie cométaire. Dans un intervalle de moins de trois mois, elle a présenté aux observateurs quatre de ces astres, si mystérieux encore dans leurs apparences et dans leur nature, mais dont les mouvemens, aussi bien que ceux des autres corps de notre système, paroissent entièrement régis par la grande loi de la gravitation universelle. La plus intéressante de ces apparitions, sous le rapport théorique, a été celle de la petite comète à courte période de Mr. Encke, dont cet habile astronome avoit calculé et prédit le retour, pour la seconde fois, et qui a été retrouvée précisément à la place et avec le mouvement qu'il lui avoit assignés. Mais la plus remarquable de ces comètes, sous le rapport de la durée de l'apparition et de l'éclat, la seule qui ait été visible à l'œil nu et qui ait présenté une queue sensible, est celle qui a été découverte vers le milieu de juillet, dans la constellation du Taureau. Elle a paru, sans être attendue, comme une simple nébulosité, et a eu d'abord un mouvement apparent extrêmement lent; elle s'est accélérée ensuite peu-à-peu, est devenue visible à l'œil nu, s'est revêtue d'une queue de plus en plus grande; et après avoir brillé pendant quelque temps sur notre horizon dans la constellation de la Baleine, elle a disparu pour nous vers le milieu d'octobre, du côté du midi, dans celle de l'atelier du Sculpteur. Les premiers élémens de cette comète

dont j'aie eu connoissance, indiquant qu'elle ne passeroit à son périhélie qu'au mois de décembre prochain, et laissant ainsi l'espoir de la revoir encore, j'ai été curieux de m'assurer par moi-même de ces circonstances, en calculant de mon côté les élémens de son orbite, et en en déduisant les diverses positions où elle doit se trouver relativement au soleil et à la terre. Ce sont les résultats de ce calcul approximatif que je présente ici aux personnes auxquelles ils peuvent offrir quelque intérêt.

N'ayant pas eu la facilité de faire des observations de cet astre suffisamment régulières et précises, j'ai pris pour base de mon calcul trois des observations faites par Mr. Plana à l'Observatoire royal de Turin et insérées dans le troisième cahier du T. XIII de la *Correspondance astronomique* de Mr. le Baron de Zach, savoir, celles du 25 août, du 5 et du 15 septembre. J'ai fait usage, pour la détermination des élémens de l'orbite parabolique de la comète d'après ces observations, de la méthode de Mr. de Laplace, dans l'application de laquelle j'ai profité des excellentes instructions que j'ai eu l'avantage de recevoir précédemment de MM. Biot et Bouvard. Les élémens que j'ai obtenus sont intermédiaires entre ceux de MM. Capocci et Hansen, les seuls que je connoisse encore, et se rapprochent davantage de ces derniers.

Afin de présenter le sujet d'une manière plus claire, j'ai tracé sur une petite échelle, dans la figure ci-jointe, l'orbite de la terre et la portion de l'orbite parabolique de la comète voisine de son passage au périhélie, en désignant par les mêmes lettres dans l'une et dans l'autre, les positions de ces deux astres correspondant aux mêmes instans, celles de la comète étant indiquées en majuscules et celles de la terre en petites lettres. Le plan de la figure est celui de l'orbite de la comète, qui est incliné de 33° 22′ au plan

de l'orbite de la terre ou de l'écliptique, dont la figure présente la projection elliptique. Le soleil *S* occupe le foyer de l'une et l'autre de ces orbites. Le point *E* est celui où se trouve la terre à l'équinoxe de printemps. C'est celui d'où l'on compte les arcs de longitude sur l'écliptique, de o à 360°, dans la direction de *E* en *o*, ou dans l'ordre des signes du zodiaque. La droite *NN'* est la *ligne des nœuds* de l'orbite de la comète, ou la ligne d'intersection du plan de cette orbite avec le plan de l'écliptique. Le point *N* est ce qu'on nomme le *nœud descendant*, parce que c'est celui où est passée la comète lorsqu'elle est descendue dans la portion de son orbite située au-dessous de l'écliptique. Le point *N'* est le *nœud ascendant*, ou le point où passera la comète lorsqu'elle remontera au-dessus de l'écliptique. La position de la ligne des nœuds est déterminée par l'angle qu'elle fait sur l'écliptique avec la ligne *SE*. J'ai trouvé l'angle *ESN'*, ou la longitude du nœud ascendant, de 215°36', ce qui donne 35° 36' pour l'angle aigu *ESN*.

Le point *P* de l'orbite de la comète, ou le sommet de la parabole qu'elle décrit, est le point où elle se trouvera le plus voisine du soleil. C'est ce qu'on nomme son *périhélie*; et l'instant de son passage par ce point, ainsi que sa distance au soleil en cet instant, sont au nombre des élémens les plus importans de son mouvement.

D'après mon calcul, la comète doit atteindre ce point le 10 décembre de cette année, vers onze heures du matin, ou plus exactement le 10,456 temps moyen à Paris, compté de minuit. La *distance périhélie SP* doit être de près d'une fois et un quart la distance moyenne de la terre au soleil, ou plus exactement de 1,23273 cette dernière distance étant prise pour unité. La distance moyenne de la terre au soleil, ou le demi-grand axe de son orbite elliptique, étant, comme on sait, d'environ trente-quatre millions et

demi de lieues de vingt-cinq au degré, la distance périhélie de la comète au soleil doit être par conséquent d'environ quarante-deux millions et demi de ces mêmes lieues.

Il reste encore à déterminer la direction de la ligne SP, et on a coutume de le faire en évaluant sa longitude sur l'orbite même de la comète. Pour cela, on suppose menée sur cette orbite une ligne SE' qui fasse avec la ligne des nœuds NN' un angle égal à celui compris sur l'écliptique entre cette dernière ligne et la ligne SE; et l'angle $E'SP$ compté dans l'ordre des signes, de 0 à 360° à partir de E', est ce qu'on nomme la *longitude du périhélie*. J'ai trouvé cet angle ainsi compté de 318° 34′, ce qui donne 41° 26′ pour l'angle aigu PSE', qui est son complément à 360°.

La direction du mouvement de la comète étant de N vers O, on voit que cette direction projetée sur l'écliptique et vue du soleil, est en sens contraire de celle du mouvement de la terre sur son orbite ou de l'ordre des signes, qui est de E vers o. C'est ce qu'on exprime en disant que le mouvement héliocentrique de la comète est *rétrograde* (1).

Après avoir présenté les élémens approchés de l'orbite de la comète, il me reste à en développer les conséquences, en suivant sa marche depuis le moment de son apparition, et indiquant ses distances successives au soleil et à la terre, ainsi que les positions géocentriques qu'elle a dû prendre depuis sa disparition.

---

(1) On sait que cette alternative de direction est particulière à ce genre d'astres. Tandis que toutes les planètes et satellites dont le mouvement est bien connu se meuvent dans le sens direct, sur 129 comètes dont les orbites sont maintenant déterminées, il y en a 68 où le mouvement est direct et 51 où il est rétrograde.

Au moment de sa découverte, faite le 15 juillet à Lucques par Mr. Pons (1) et le 19 à Prague par Mr. de Biela, la comète se trouvoit en *D*, à une distance du soleil *S* d'environ deux fois et deux cinquièmes celle de la terre, et à une distance de la terre *d* de près de trois fois cette même quantité, ou de plus de cent millions de lieues. Elle étoit alors élevée d'environ 26° au-dessus de l'équateur et se trouvoit dans la partie de son orbite située au-dessus de l'écliptique. Mais elle s'avançoit rapidement vers ce plan, en se rapprochant du nœud descendant *N* qu'elle a atteint le 23 août vers onze heures du soir. Son mouvement en longitude étant en sens contraire de celui de la terre, les deux astres tendoient alors par cela même à se rapprocher rapidement, quoique la comète dut paroître rester à-peu-près dans la même position par rapport à la terre, ainsi que le fait voir la figure. Après s'être beaucoup rapprochés, le mouvement géocentrique de la comète a dû devenir plus rapide et son éclat plus apparent. Vers le 9 octobre à midi, la comète s'est trouvée en *O* et la terre en *o* la première étant en opposition avec le soleil en longitude,

---

(1) Mr. Carlini paroît disposé à croire (*Corr. Astr.* T. 13, p. 291) que c'est la comète d'Encke et non la grande comète que Mr. Pons a découverte le 15 juillet. Mes élémens me donnent, cependant, pour ce jour-là, la même déclinaison que celle résultant de l'estimation de Mr. Pons, et une ascension droite qui ne diffère de la sienne que de quelques minutes de degré. Quoiqu'il en soit, les deux comètes ont du être à cette époque dans des positions géocentriques très-voisines, et il seroit singulier que personne ne les eut observées en ce moment-là toutes deux à la fois. La comète d'Encke ne devoit être alors qu'à une distance de la terre à-peu-près égale aux trois cinquièmes de celle de l'autre comète.

ou située d'un côté opposé au soleil par rapport à la terre, et étant deja abaissée relativement à celle-ci, d'environ 33° 10' au-dessous de l'écliptique. C'est alors que la comète et la terre ont été le plus voisines l'une de l'autre; et je trouve que leur distance à cette époque n'étoit plus que 0,615 de celle de la terre au soleil, ou d'environ vingt-un millions de lieues et un quart. La queue avoit, à cette époque, une longueur apparente d'environ 12°, quoiqu'elle ne fût alors visible pour nous que tout-à-fait en raccourci, du moins en la supposant dirigée en sens contraire de la terre, et directement opposée au soleil comme elles le sont ordinairement. On trouve dans cette supposition que sa longueur réelle devoit être de plus de huit millions de lieues. Mr. Pons y a remarqué alors (*Corr. astr.* T. XIII p. 394) trois rayons très-distincts, à égales distances l'un de l'autre et inégaux en longueur, ce qui seroit un peu analogue aux rayons de la comète de 1744, tels qu'ils ont été décrits par l'astronome de Loys de Cheseaux de Lausanne, dans son traité sur cette comète.

Dès-lors la comète a commencé à s'éloigner de la terre, par suite du mouvement contraire des deux astres, et on a remarqué, en effet, dans les derniers jours de son apparition, que la queue paroissoit déjà moins brillante. La comète continuant à s'abaisser au-dessous de l'écliptique, a promptement disparu pour nous par cette raison; et dès le 18 octobre, on ne pouvoit voir de Genève qu'une portion de sa queue au-dessus de la montagne de Salève, la tête et le noyau restant cachés derrière la montagne. C'est aux habitans des contrées méridionales que sera probablement réservé l'avantage de voir cette comète à l'époque où se trouvant le plus rapprochée du soleil sa queue devra être la plus longue. Le 10 décembre, au moment de son passage au périhélie, sa latitude héliocentrique sera d'environ 32° 25', sa dis-

tance à la terre *Pp* de 1,85 ou de près de 64 millions de lieues, sa déclinaison australe d'environ 42° 31′ et son ascension droite de 296° 25′, ensorte qu'elle sera alors située dans la partie australe de la constellation du Sagittaire. Son élongation, ou sa distance angulaire du soleil vue de la terre, qui se trouve en ce moment là de 67° 20′ tendra ensuite à diminuer rapidement, et vers le 8 janvier 1826, la comète se trouvera en *C* en conjonction avec le soleil, ou du même côté que lui par rapport à la terre *c* et ayant la même longitude. Sa distance au soleil sera alors de 1,311 et sa distance à la terre de 2,207 ou de 76 millions de lieues. Sa latitude héliocentrique australe sera de 32° 2′, et l'éclat du soleil la cachera pendant quelque temps aux observateurs même sur l'horizon desquels elle passera.

Depuis cette époque, la figure fait voir que la comète, quoique continuant à s'éloigner du soleil, doit tendre de nouveau à se rapprocher de la terre, par le fait même de la direction opposée de leur mouvement héliocentrique. Mais le mouvement en longitude de la comète commençant à devenir plus lent, à cause de la diminution de courbure de la portion de sa trajectoire qu'elle décrit alors, ce sera la terre qui parcourra la plus grande partie de l'arc de longitude nécessaire pour qu'elle se retrouve sur la même direction que la comète vue du soleil et entre ces deux astres. Ce sera pour la comète une seconde opposition, qui correspondra à un point de l'écliptique à-peu-près opposé à celui de la première, et aura lieu, suivant mon calcul, vers le 8 mai 1826, la comète se trouvant en *O′* et la terre en *o′*. La distance de la comète au soleil sera alors de 2,449 et celle à la terre de 1,453 seulement, ou d'environ 50 millions de lieues. La latitude australe héliocentrique de la comète ne sera plus que de 7° 17′, sa déclinaison australe sera de 28° 40′ et son ascension droite de 220° 21′; ensorte

qu'elle sera située alors à l'extrémité de la queue de l'Hydre.

C'est dans l'intervalle entre la conjonction et la seconde opposition, que la comète devra reparoître pour nous. Mais on conçoit que son éloignement la rendra déjà moins apparente qu'elle ne l'a été, et il est probable qu'elle ne pourra guère être visible à l'œil nu dans cette réapparition. Son abaissement au-dessous de l'écliptique, qui sera plus grand vu de la terre que du soleil à cause du rapprochement même de celle-là, sera aussi pendant quelque temps pour l'Europe septentrionale un obstacle à la voir, comme on peut en juger par les positions géocentriques suivantes de la comète, résultant de mon calcul.

		Ascension droite.	Déclinais. australe.	Distance au Soleil.	Distance à la Terre.
1826	1er Février	289° 25′	39° 52′	1,474	2,222
	1er Mars	283. 21′	40. 18.	1,730	1,971
	1er Avril	264. 4.	41. 1.	2,052	1,549
	20 Avril	241. 28.	37. 24.	2,258	1,392

Depuis sa seconde opposition, la comète s'éloignera à-la-fois de la terre et du soleil, en se rapprochant encore de l'écliptique, et je trouve qu'elle atteindra ce dernier plan, ou passera à son nœud ascendant N', vers le 14 juillet 1826, son ascension droite étant de 195° 40′ et sa déclinaison australe de 6° 41′, ce qui la place non loin de l'épi de la Vierge. Sa distance au soleil sera alors de 3,178 et sa distance à la terre $N'n'$ de 3,085 ou d'environ 106 millions de lieues. Cette grande distance au soleil et à la terre rend, comme on voit, assez douteuse, la visibilité de la comète à cette époque. Il seroit à regretter qu'on ne put l'observer alors, à cause de la détermination rigoureuse de l'orbite qu'on peut

obtenir dans le cas où la comète a été observée dans ses deux nœuds (1).

Je ne dois pas négliger de faire remarquer, en terminant cette Notice, que les élémens sur lesquels elle repose ne résultent que d'une première approximation (2). Ils sont subordonnés aussi à l'hypothèse parabolique, qu'on suit toujours, pour plus de facilité, dans les premiers calculs de ce genre; et il est probable que l'ensemble des observations de cette comète permettra de lui assigner une orbite elliptique fort allongée. Il se pourroit, enfin, que sa proximité de la terre eut exercé, par les perturbations qui en seroient résultées, quelqu'influence sur ses élémens. Mr. Plana a bien voulu me promettre de m'envoyer les observations qu'il a faites le 6 et le 17 octobre, et elles pourront me servir à rectifier mes élémens. Je n'ai pas cru, cependant, devoir retarder la communication de mes premiers résultats, espérant qu'ils pourront servir du moins, à donner une idée aux personnes peu familiarisées avec la théorie des comètes, de ce qu'on peut en déduire d'une manière approchée au moyen de trois observations seulement.

P.S. On trouve dans le 5.e Cahier du T. XIII de la *Corr. Astr.* qui vient de me parvenir, un Ephéméride de la Comète par Mr. Capocci, et des élémens elliptiques de Mr. Hansen, d'après lesquels cette Comète feroit sa révolution autour du soleil en 382 ans.

---

(1) V. *Mécanique Céleste* T. I, p. 230.

(2) Ils représentent, cependant, à environ une minute de degré près, l'observation du 19 juillet de Mr. de Biela et celle du 29 du P. Inghirami.

PHYSIQUE.

Sur la vitesse du son, par W. Galbraith. Philos. Mag. Août 1825.

(*Traduction*).

La vitesse du son transmis dans l'atmosphère a attiré, en dernier lieu, l'attention des physiciens. Les résultats déduits des expériences, ont présenté quelques différences, qu'il seroit désirable de faire disparoître. On ne peut y parvenir que par des séries d'expériences nouvelles et variées, faites dans des circonstances et sous des climats divers. Ceux qui, les premiers, se sont occupés de ce problème, n'ont pas donné assez d'attention à la pression barométrique, à la température et à l'humidité de l'air; et, en conséquence, leurs conclusions théoriques ne peuvent être considérées que comme de grossières approximations.

Newton a tenté une recherche de ce genre, dans le scholie attaché à la quinzième Proposition du second Livre des *Principes*, et en partant de certaines considérations sur la nature et la constitution de l'atmosphère, il est arrivé à la conclusion de Derham; savoir, que le son se propage en parcourant 1142 pieds par seconde. Toutefois, il ajoute immédiatement : « Cette conclusion se trouvera vraie au printemps et en automne, où l'air est raréfié par la douce chaleur de ces deux saisons, et où, de cette manière, sa force élastique devient plus intense. Mais en hiver, lorsque l'air est con-

densé par le froid, et qu'ainsi sa force élastique est diminuée de quelque chose, le mouvement du son sera plus lent en raison sous-double de la densité de l'air, et il sera, au contraire, plus rapide en été. » Quoique Newton n'ait fait aucune estimation de ce qu'il falloit allouer, à une époque quelconque d'observation, pour l'état actuel de l'atmosphère, il est évident qu'il jugeoit cette correction nécessaire, et il l'auroit sans doute déterminée, s'il eût été en possession des données suffisantes.

Ayant ainsi conçu que la température modifioit considérablement la vitesse du son, les physiciens ont dû en tenir compte. Dalton a d'abord prouvé que les expansions de tous les fluides aëriformes, lorsqu'ils sont isolés de tout contact avec les liquides, croissoient directement comme la température : cette loi a été vérifiée par Gay-Lussac, au moyen d'un appareil plus délicat. Ces deux physiciens se sont réunis pour montrer, qu'un volume égal à 1, à 32° F (0°, R), devient 1,375 à 212° F. (80° R). De là, l'accroissement de volume, pour chaque degré F., est $\frac{0{,}375}{180}=0{,}002083$, ou

$\frac{0{,}375}{100}=0{,}00375$ pour chaque degré du thermomètre centigrade. En procédant d'après ces principes, on obtient la formule fréquemment adoptée, surtout par les physiciens du continent, $v = c\sqrt{1 \times 0{,}00375\, t}$, dans laquelle v désigne la vitesse horizontale, c une constante déterminée par l'observation et qui équivaut ordinairement à $333{,}44^{m}$, et t la température exprimée en degrés de l'échelle centigrade. Dans cette formule, on tient compte de la température, mais on néglige la pression barométrique et l'humidité de l'air, qui, cependant, doivent avoir une influence.

La solution de Newton peut être représentée par la formule suivante, dans laquelle l désigne la hauteur de l'atmos-

phère homogène exprimée en pieds, et g la force de la gravité;

$$v = \sqrt{g \times l} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Mais, d'après la théorie très-exactement déduite par Laplace, Mr. Ivory a montré, à l'occasion de ses recherches sur les réfractions astronomiques (*), que

$$v = \sqrt{g \times l \times \tfrac{4}{3}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

expression qui s'accorde assez bien avec l'observation.

La quantité $\frac{4}{3}$ ou 1,3333, a été déterminée par des expériences.

Celles de Clément et Desormes donnent.. 1,3492;
celles de Gay-Lussac et Welter....... 1,3748.

La moyenne est........................ 1,362, nombre un peu plus grand que l'estimation de Mr. Ivory, et qui peut être considéré comme très-approchant de la vérité.

Maintenant, si dans l'équation (2) on substitue cette moyenne, en se souvenant que $l = 27818$ pieds, quand le baromètre est à 30 pouces et le thermomètre à 50° F., et que $g = 32,2$ pieds, cette équation deviendra
$v = \sqrt{32,2 \times 27818 \times 1,362} = 1104 \frac{1}{2}$ pieds, résultat qui s'accorde très-bien avec l'observation. Si nous admettons 13568 pour la pesanteur spécifique du mercure, et 1,22 pour celle de l'air atmosphérique, le mercure sera environ 11121,3 fois plus pesant que l'air, dans un état moyen : et si nous prenons 1,21 pour la pesanteur spécifique de l'air, le mercure sera 11213,22 fois plus pesant. Une légère altération dans la pesanteur spécifique de l'un des liquides, entraîne une différence considérable dans leurs poids respectifs. Soit p la pression barométrique; $\frac{11213,2.}{12} p = l$ exprimé en pied.

$$\text{De là } v = \sqrt{\frac{32,2 \times 1,362 \times 11213,22.\, p}{12}} = 202,44 \sqrt{p}.$$

Si $p = 29,7912$, moyenne obtenue par le Dr. Gregory,

(*) Philos. Magaz. T. LXIII, p. 126.

$v = 202,44\sqrt{29,7912} = 1105$ p.; résultat en accord avec celui de ce physicien, qui est 1107,05 p., lorsque le baromètre est à 29,79 pouces et le thermomètre à 48°,62 F.

Si l'on adopte, comme Mr. J. Farey, 11262 pour le nombre qui représente combien de fois le mercure est plus pesant que l'air, alors $v = 202,88. \sqrt{p} = 1107,32$, nombre qui est presque exactement celui que donne l'expérience.

Maintenant, puisqu'on a, en général, $v = n\sqrt{p}$, la variation de v pour un changement de pression, est comme $\sqrt{p} - \sqrt{p'}$....................................(4)

Supposons $p = 30$ pouces, et $p' = 29$ pouces, $\delta v = n(\sqrt{p} - \sqrt{p'})$, ou à-peu-près $\delta v = n \times 0,0921 \times \delta p$, et pour un pouce $\delta v = 0,0921\ n$. Mais $n = 202,88$; donc $\delta v = 0,0921 \times 202,88 = 18,8$ pieds..........(5). pour un pouce du baromètre, environ à sa hauteur moyenne.

De plus, d'après les géomètres du continent, $v = c\sqrt{1 + 0,00375\ t}$, t étant la température exprimée en degrés centigrades au-dessus de zéro : expression qui devient pour le thermomètre de Farenheit, $v = c\sqrt{1 + 0,002083.\ t}$ ou $v = c(1 + 0,001042.\ t) = c + 0,001042.\ c\ t$. Mais $c = 333,44$ mètres de 3,2809 pieds chacun, ou 1094 pieds. Donc $v = 1094 + 1,14.\ t$, et, par conséquent, la variation résultant du changement de température, est $1,14\ t$.....................(6) pour l'échelle de Farenheit (*).

(*) Ce résultat est plus grand que celui que le Dr. Gregory a obtenu de l'expérience : c'est ce que l'on reconnoît de la manière suivante, la pression barométrique étant constante.

Th. 27° Bar. 29,82 p. Vîtesse 1094,2 p.

$\frac{60}{39}$ $\frac{29,82}{00}$ $\frac{1116,1}{21,9}$; donc $\frac{21,9}{39} = 0,561$ p.

Le Dr. Gregory étant dépourvu d'instrument propre à mesurer l'humidité de l'air, n'a pas tenu compte de cette circonstance

Il est maintenant nécessaire de déterminer la variation qui dépend de la sécheresse et de l'humidité de l'atmosphère, indiquées par un hygromètre construit sur de bons principes. Ceci n'est pas facile à obtenir, vu que nous n'avons pas d'expériences dans lesquelles on ait tenu compte de cette circonstance, excepté celles de Mr. Goldingham.

En déduisant les corrections du baromètre et du thermomètre, telles que nous les avons indiquées, (et elles peuvent être présumées à-peu-près justes), nous pourrons estimer la variation due aux indications de l'hygromètre de ce physicien : malheureusement cet hygromètre n'est pas comparable avec les autres, parce que nous ne connoissons pas l'étendue et les points fixes de son échelle.

Rapprochant les expériences faites en juillet avec d'autres faites en janvier, nous avons :

	Bar.	*Therm.*	*Hyg.*	*Vitesse.*	
Janv.	30,124 p.	79,05	6,20	1101	—0,21 × 18,8 = —3,948
Juil.	29,914	86,65	27,85	1164	+7,6 + 1,14 = +8,664
	—0,210	+7,60	+21,65	63	+1101,000
					1105,716
					1164,000
					58,284

De là $\frac{58,284}{21,65} = 2,7$ pieds est la variation pour un degré de l'hygromètre de Goldingham.

Combinant ainsi deux à deux les douze expériences de chaque mois, de trente manières différentes, afin d'obtenir des résultats aussi corrects que possible, nous trouvons, en

---

cette négligence peut entraîner quelque erreur dans le résultat. Nous espérons toutefois qu'il reprendra le sujet, en se servant d'un hygromètre. (A.)

moyenne générale, 2,87 pieds pour la variation due à un degré de cet instrument (*).

Au moyen des principes précédemment établis, nous pouvons obtenir une formule générale pour déterminer la vitesse, dans des circonstances données quelconques.

Si nous appelons α le changement de vitesse pour une variation d'un pouce anglais dans la hauteur du baromètre, β celui qui a lieu pour un degré du thermomètre de Farenheit, et γ celui qui correspond à un degré de l'hygromètre de Goldingham, nous aurons, V étant la vitesse cherchée, et v cette vitesse déterminée pour des circonstances connues,

$$V = v + \alpha(p' - p) + \beta(t' - t) + \gamma(h' - h) \ldots\ldots\ldots\ldots (7).$$

Maintenant, la moyenne de toutes les expériences de Mr. Goldingham, nous donne $v = 1100$ pieds, pour une hauteur barométrique de 30 p., une température de 60° F., et 14° de l'hygromètre de ce physicien. Ainsi, $\alpha = 18{,}8$ pieds, $\beta = 1{,}14$ pieds, $\gamma = 2{,}87$ pieds, $p = 30$ pouces, $t = 60°$ F., $h = 14°$ de l'hygromètre : p', t', et h', sont les indications observées du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre, au moment donné.

Mais la vitesse du son est un peu modifiée par la vitesse et la direction du vent. Le Docteur Gregory a observé que,

(*) Il seroit fort à désirer que Mr. Goldingham donnât, si cela est possible, les moyens de comparer son hygromètre avec quelque autre hygromètre connu, par exemple avec celui de Mr. Daniels qui paroît regardé comme un instrument exact. Cette comparaison pourroit peut-être se faire comme Biot a fait celle des hygromètres de De Luc et de De Saussure. Nous avons appris que Mr. Th. Jones (Cockspur-Street) a inventé en dernier lieu un hygromètre perfectionné, qui pourroit être utilement employé dans ces sortes de recherches. (A)

lorsque la direction du vent concourt avec celle du son, la somme de leurs vitesses prises séparément, donne la vitesse apparente du son, et que, lorsque la direction du vent est contraire à celle du son, c'est la différence des vitesses qui donne celle du son. Soit ϕ l'angle que la direction du vent fait avec celle du son, et ω la vitesse du vent; ω cos. ϕ sera la correction à appliquer à la formule générale, pour y tenir compte de la vitesse et de la direction du son.

De là cette formule embrassant les corrections de toute espèce, sera

$$V = v + \alpha(p' - p) + \beta(t' - t) + \gamma(h' - h) + \omega \cos. \phi \ldots\ldots (8)$$

ou, en y substituant les valeurs connues (*),

$$V = 1100 + 18{,}8(p' - p) + 1{,}14(t' - t) + 2{,}87(h' - h) + \omega \cos. \phi$$

Appliquant cette formule aux observations de Mr. Goldingham, nous verrons comment elle répond à chaque cas particulier, et nous pourrons nous faire une idée de son exactitude. Nous devrons encore admettre quelques légères erreurs dues soit à ce que la vîtesse et la direction du vent nous sont difficilement connues, soit aux inexactitudes inévitables dans les observations : comme il est probable que Mr. Goldingham aura fait ses expériences, non par des vents violents, mais par ces temps calmes dans lesquels, selon l'estimation de Smeaton (†), la vîtesse du vent peut varier de 4 à 8 pieds par seconde, l'erreur qui peut affecter les observations de

(*) Ou plutôt

$$V = 1100 + 18{,}8\,(p' - 30) + 1{,}14\,(t' - 60) + 2{,}87\,(h' - 14) + \omega \cos. \phi.$$

En substituant à v sa valeur numérique, on ne peut éviter, ce semble, de subtituer les valeurs numériques correspondantes de p, t et h. (R)

(†) Philos. Trans. T. LI.

Mr.

Mr. G. peut, en raison de cette cause, flotter entre 0 et 10 ou 12 pieds, en plus ou moins, selon que le vent tend à augmenter ou à diminuer la vitesse apparente du son : et cette erreur est peut-être la plus grande de celles qui peuvent s'introduire dans la formule.

Tableau des expériences de Mr. Goldingham.

Mois.	Moyenne hauteur du *Bar.*	*Therm. F.*	*Hyg.*	*Vitesse observ.*	*Vitesse calcul.*	*Erreur.*
	p.ces	o		p.	p.	
Janv.	30,124	79,05	6,20	1101	1098,4	—2,6
Févr.	30,126	78,84	14,70	1117	1125,9	+8 9
Mars.	30,072	82,30	15,22	1134	1130,3	—3,7
Avril.	30,031	85,79	17,23	1145	1139,3	—5,7
Mai.	29,892	88,11	19,62	1151	1147,0	—4,0
Juin.	29,907	87,10	24,77	1157	1160,1	+3,1
Juil.	29,914	86,65	27,85	1164	1168,5	+4,5
Août.	29,931	85,02	21,54	1163	1148,9	—14,1
Sept.	29,963	84,49	18,97	1152	1141,5	—10,5
Oct.	30,058	84,33	18,23	1128	1142,0	+14,0
Nov.	30,125	81,35	8,18	1101	1110,0	+9,0
Déc.	30,087	79,37	1,43	1099	1084,8	—14,0
Moy.	30,019	84,37	16,187	1134,33	Somme	—40,6
à . . .	30,000	60,00	14,000	1100,00		+39,5
					Excès	—1,1

Dans ce tableau les erreurs négatives l'emportent sur les erreurs positives, seulement de 1,1 pieds.

En considérant les résulats fournis par cette comparaison, on peut remarquer que la plus grande différence qu'il y ait entre la théorie et l'expérience est d'environ 14 pieds, qui se trouvent, tantôt en plus tantôt en moins. Il est difficile d'assigner actuellement la véritable cause de ces différences.

Les observations à venir montreront peut-être quelles parts d'erreur il faut faire à la formule, à l'observation, aux effets du vent, à la nature et à la constitution variable de l'atmosphère, que nos meilleurs instrumens ne peuvent encore nous faire bien connoître. L'influence de cette dernière cause paroît démontrée par la comparaison des expériences de septembre et d'octobre, dans lesquelles la pression barométrique, la température et l'humidité de l'air sont à-peu-près les mêmes, et où les vitesses ne diffèrent cependant pas moins que de 24 pieds, tandis que celles que l'on déduit de la formule ne diffèrent que d'un demi-pied (1).

Cette saison est celle dans laquelle les moussons changent de direction; et comme l'examen du plan du terrain sur lequel les expériences ont été faites, peut faire conjecturer que, dans un des cas, le vent tendoit à augmenter la vitesse du son, et dans l'autre à le diminuer, nous pouvons raisonnablement conclure que c'est là, en grande partie, qu'il faut chercher la cause de cette différence. Les mêmes ciconstances se représentent probablement en février et mars, avec les mêmes effets, quoiqu'à un plus foible degré.

L'influence accordée par Mr. Goldingham à la pression atmosphérique et à l'humidité de l'air, diffère considérablement de celle que nous lui avons attribuée ici: celle de la température est à-peu-près la même. Il assigne une variation de 1,2 pieds pour 1° du thermomètre F., de 1,4 pieds pour 1°

(1) L'auteur prévient ici que depuis que son Mémoire a été rédigé, les expériences de Mr. Moll, sur le sujet qu'il traite, ont été publiées dans les Transactions Philosophiques. Il pense néanmoins que son travail peut être encore utile : il le sera d'autant plus sur le continent, que les expériences de Mr. Moll y sont moins connues. (R)

de l'hygromètre, de 9,2 *pieds pour* $\frac{1}{10}$ *de pouce du baromètre*, et de 10 à 20 pieds pour l'effet du vent.

La variation correspondante à celle de l'hygromètre est seulement la moitié de celle que nous avons admise, et celle qui dépend de la différence de pression est *cinq fois* plus grande! Peut-être les variations de hauteur du baromètre sont-elles trop peu considérables dans ce climat, pour qu'on déduise aisément de l'observation l'effet qu'on doit leur attribuer.

Je conclus en exprimant le vœu que des physiciens pourvus des instrumens les plus exacts, entreprennent des suites d'expériences dans des circonstances assez variées pour permettre de déduire de la seule observation les corrections dues à la température, à la pression, à l'humidité, à la direction et à la vitesse du vent, indépendamment de toute considération théorique.

MÉTÉOROLOGIE.

SUR LE PROJET D'UNE CORRESPONDANCE MÉTÉOROLOGIQUE et sur les grandes variations du Baromètre, par L. A. D'HOMBRES-FIRMAS, Chev. de l'Ordre Royal de la Légion d'honneur, Maire de la ville d'Alais, Doct-ès-Sciences, Membre de plusieurs Sociétés savantes nationales et étrangères.

LES coups de vent qui agitent l'atmosphère en sens divers, la chaleur et l'humidité qui la pénètrent, modifient ses mouvemens à l'infini; des causes locales; des circonstances accidentelles, altèrent, contrarient la marche des instrumens qui mesurent ses variations; et quoique des savans très-distingués, depuis quelques années surtout, se soient occupés de la météorologie, nous n'avons point encore une bonne théorie de cette science.

Trop long-temps on s'est borné à recueillir des *maxima* et des *minima*, qui servent tout au plus à apprécier la température des pays où ils ont été calculés. On ne pouvoit pas comparer la plupart des anciennes observations, parce que le plan des observateurs et leurs instrumens n'étoient point comparables. Depuis qu'ils ont été perfectionnés, la métérologie a fait quelques progrès marqués; elle peut devenir une science mathématique, si l'on forme un établissement central où les observations le plus soigneusement faites dans divers pays, seront réunies, comparées et discu-

tées. Sans ces secours, le physicien le plus habile ne sauroit faire une bonne théorie météorologique, de même que l'architecte le plus fameux ne pourroit seul construire un beau palais, mais qu'il rassemble des matériaux de toute espèce, en grand nombre, des contrées les plus éloignées, et qu'il emploie tous les arts, toutes les professions pour les travailler et les mettre en œuvre.

Depuis long-temps on sent la nécessité de cette sorte de Correspondance; plus d'une fois on a tenté de l'établir, et je me permis de joindre mes vœux à la proposition qu'avoient faite les Van-Swinden, les Kirwan, les Deluc, les Lamarck, les Ramond, etc. dans un Mémoire que j'offris à l'Institut et au Conseil d'Agriculture en 1819. (1)

Il n'est personne qui ne sache que c'est en comparant les observations faites en des pays divers, que l'on juge quel est celui qui est plus chaud ou plus froid, plus sec ou plus humide, plus venteux, plus pluvieux, et par conséquent plus sain et plus agréable à habiter, plus propre à telle culture, etc. C'est en réunissant beaucoup d'observations thermométriques que le célèbre Humboldt a vérifié ses lignes isothermes; c'est de la différence de hauteur de deux baromètres, qu'on déduit, avec tant de précision, la différence du niveau des lieux où ils sont placés. Les météorogistes se sont servis quelquefois avec succès des observations publiées dans les journaux scientifiques (2): quel parti ne tireroient-ils pas d'une correspondance météorologique pour expliquer, par exemple, ces grandes oscillations de la co-

(1) Imprimé dans le Journal de Physique T. XC, p. 190.

(2) Je les ai employées comme termes de comparaison dans mon nivellement du département du Gard et dans ma détermination de la hauteur d'Alais, etc.

lonne barométrique qu'on a voulu attribuer à des vents violents, à des courants particuliers, qui agiroient, tantôt dans un sens tantôt dans un autre, et augmenteroient ou diminueroient la pression ou le ressort de l'atmosphère !

En février 1821, le baromètre monta d'une manière extraordinaire, et son abaissement dans le mois de décembre de la même année, fut également remarquable. J'adressai à l'Académie Royale des Sciences et à la Société Philomatique, la comparaison graphique de mes observations avec celles faites à Paris, à Toulouse, à Genève et à Turin. Je les avois réduites en millimètre et à la même température, et j'avois fait l'échelle huit fois plus grande pour rendre les variations plus sensibles et les courbes moins confuses. L'on voit sur mon tableau, ces lignes monter et descendre ensemble; mais elles ne sont pas parallèles: la plus grande ascension eut lieu à Paris le 6 au matin, à Alais, le soir, à Turin, deux jours plus tard. La cause de ce mouvement m'eût paru agir en allant du nord-ouest au sud-est, si le *maximum* n'eût pas eu lieu à Genève et à Toulouse vingt-quatre heures plus tôt qu'à Turin, et plus tard que chez moi. Le 22 décembre, les baromètres de Paris, de Toulouse, de Genève, et le mien, étoient sensiblement plus haut que la veille. Ils baissèrent tous graduellement jusques au soir du 24 (1). A Turin, ces effets furent observés plus tard; le baromètre monta jusqu'au soir du 24; et le *minimum* n'arriva que le 25 au matin.

Un simple amateur ne peut pas réunir assez de faits pour juger ces anomalies, et hasarder d'en rendre raison : dans des occasions semblables, j'ai dû me borner à constater ce que j'avois observé.

---

(1) Le mien, très-bas à 9 heures et demie, continua à baisser jusqu'à 11 heures.

Le 2 février 1823, mon baromètre descendit encore plus qu'en décembre 1821 ; il parcourut 35,45 mill. de son échelle en cinq jours, et dans vingt-quatre heures, il descendit de 16,90 mill. J'eus l'honneur d'adresser les détails de sa marche à l'Institut et à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève (1).

L'abaissement du 19 au 23 janvier 1824 (2) eut moins détendue que ceux dont je viens de parler ; mais il fut tout aussi généralement remarqué par les météorologistes. De Paris à Marseille, à 65,826 myriam. de distance, de Genève au Couvent du St-Bernard, 1950 mètres plus élevé que cette dernière ville, la secousse atmosphérique se manifesta presque simultanément.

La cause de ces mouvemens considérables, brusques, simultanés, nous est inconnue ; nous ne pouvons la rechercher ni par nos expériences, ni par nos calculs, et nous ne parviendrons à la découvrir qu'en réunissant un grand nombre d'observations faites dans différens pays, avec d'excellens instrumens et beaucoup de soins. Nous le répéterons encore, ce n'est que par l'établissement d'une correspondance météorologique qu'on peut faire de la météorologie une science mathématique.

C'est pour y contribuer de mes foibles moyens que je publie la nouvelle observation que je viens de faire : avant-hier l'abaissement de mon baromètre fut le plus brusque et la plus étendu qui soit peut-être dans mon journal, depuis 1802; il fut de 21,3 mill. dans vingt-six heures.

J'ai fait connoître mes instrumens dans d'autres mémoires (3); je donne seulement ici l'extrait de mon tableau de ce mois, sans correction de température ou de capillarité, en supprimant les colonnes de l'hygromètre, de la pluie, etc. etc.

A Alais (Gard), le 22 octobre 1825.

---

(1) V. *Bibl. Univ.* T. XXIII.

(2) V. *Bibl. Univ.* T. XXVI.

(3) Plan et résultats de mes Observ. Météorol., adressés à l'Institut de France, et imprimés dans les Notices de l'Académie du Gard, etc.

Tableau des Observations Météorologiques de Mr. D'Hombres-Firmas, les 19, 20, 21 et 22 Octobre 1825.

Jours.	à 8 h. ½ du matin.			à midi.			à 3 h. ½ après midi.			à 9 h. ½ du soir.			Therm. au lever du soleil.	Vents.	ETAT DU CIEL. *Observations particulières.*
	Barom.	Therm. attaché.	Therm. libre.	Barom.	Therm. attaché.	Therm. libre.	Barom.	Therm. attaché.	Therm. libre.	Barom.	Therm. attaché.	Therm. libre.			
	m.	o	o	m.	o	o	m.	o	o	m.	o	o	o		
19	751,5	16,5	15,5	748,0	16,5	16	745,75	17	16	743,5	17	15	13	......	Couvert et nuageux. Calme.
20	730,75	16,5	16	732,3	16,5	16,5	731,8	16,25	16	734,0	16	12	12	O. NNO.	Couvert et nuageux : éclairci à 4 heur. Vent d'ouest supérieurement le mat. et au milieu du jour calme inférieurement. Le soir et la nuit suiv. NNO fort et froid. Le min. du bar. à 10 h. 730,+20 m., +16°,5.
21	739,5	14,6	11	739,70	15	14,5	740,8	15	13,5	744,0	15	11	8	N.	Beau le mat. et au milieu du jour: givre au lev. du sol. dans les lieux bas : nuag. grisât. à 3 h. : couvert le soir.
22	748,8	12	10,75	749,45	13,5	12,75	749,15	14	12	744,5	14	11	4,7	N.	Très-beau, givre le mat.: la dim. de la tempér. provient de la neige tombée hier sur la Lozère. Calme le mat., vent au milieu du jour, froid le soir.

CHIMIE.

SUR UN NOUVEAU COMPOSÉ DE CARBONE ET D'HYDROGÈNE, et sur certains produits obtenus pendant la décomposition de l'huile par la chaleur. Par Mr. FARADAY. (*Trans. Phil.* T. X, Part. I.)

(*Traduction ; second et dernier article.*)

Nouveau carbure d'hydrogène.

PARMI les divers autres produits du liquide condensé, celui qui se rapproche le plus du bicarbure d'hydrogène, paroît être le plus volatil. Si l'on chauffe avec la main, ou autrement, une portion du liquide original, et qu'on fasse passer la vapeur au travers d'un tube à 0°, une très-petite quantité de vapeur non-condensée, atteindra la cuve à mercure; mais après quelque temps on trouvera dans le tube, un fluide, possédant les propriétés suivantes : quoique liquide à 0°, une légère élévation de température suffit pour le mettre en ébullition, et avant qu'il ait atteint 32°, il est en entier converti en une vapeur ou un gaz, que l'on peut recueillir et conserver sur le mercure.

Ce gaz est très-combustible et brûle avec une flamme brillante. La pesanteur spécifique de la portion que j'ai obtenue s'est trouvée entre 27 et 28, celle de l'hydrogène étant l'unité. 39 pouces cubes de ce gaz introduits dans un ballon de verre privé d'air, en augmentèrent le poids, de 22,4 grains, à

la température de 60° F., sous la pression barométrique de 29,94. Cent pouces cubes devroient donc peser près de 57,44 grains.

Refroidi jusqu'à 0° il se condense de nouveau; et si on le renferme, à cet état, dans un tube de capacité connue et scellé hermétiquement, on peut reconnoître le volume correspondant à un poids donné de cette substance, à la température ordinaire. Comparée à celle de l'eau, la pesanteur spécifique de ce liquide est 0,627, à 54°. Il est donc le plus léger des solides et des liquides connus.

Ce gaz, ou cette vapeur, agitée avec de l'eau est absorbée en petite quantité. L'alcool la dissout en grande partie, et si on verse de l'eau dans la solution obtenue, elle entre en effervescence et dégage une quantité considérable de gaz. La solution dans l'alcool a un goût particulier, et n'a aucune influence sur les papiers réactifs.

L'huile d'olive dissout environ six volumes de gaz.

Une solution d'alcali et d'acide muriatique n'ont aucune action sur lui.

L'acide sulfurique condense ce gaz en grande quantité, car un volume de cet acide réduit en liquide cent volumes de vapeur. Quelquefois la condensation est complète, d'autres fois il reste une petite quantité de gaz, qui brûle avec une flamme d'un bleu pâle et semble le résultat d'une action trop rapide. Il se produit une grande chaleur pendant le travail; il ne se forme point d'acide sulfureux; l'acide devient noir, a une odeur particulière et se trouble pendant le mélange; mais il ne se dégage aucun gaz. L'acide s'unissant avec le carbone et l'hydrogène forme un composé permanent, qui, comme je l'ai dit plus haut, se combine avec des bases.

On mêla deux volumes de cette vapeur avec quatorze

volumes d'oxigène pur, et l'on en fit détoner une partie dans un tube eudiométrique. 8,8 volumes de ce mélange furent réduits par l'étincelle à 5,7 volumes, et ceux-ci, par une solution de potasse, à 1,4 volumes, qui se trouvèrent être de l'oxigène.

De même, 7,4 volumes brûlés avec 14 volumes d'oxigène, ont donné :

Vapeur de la substance	1,1
Oxigène	6,3
Acide carbonique formé	4,3
Oxigène, dans l'acide carbonique	4,3
Oxigène combiné avec l'hydrogène	2,0
Diminution produite par l'étincelle	3,1

Ainsi, un volume de gaz ou vapeur exigeant six volumes d'oxigène, quatre de ces volumes formeroient le volume de gaz acide carbonique, et les deux autres s'uniroient à quatre volumes d'hydrogène pour former de l'eau. D'après ce calcul, quatre volumes ou proportions d'hydrogène = 4, sont combinées avec quatre proportions de carbone = 24, pour former un volume de vapeur, dont la pesanteur spécifique devroit donc être 28. Ce résultat est peu éloigné de la pesanteur spécifique obtenue dans les expériences précédentes ; et comme on sait d'ailleurs que cette vapeur contient de petites portions d'autres substances en solution, il n'est pas de raisons pour douter que sa pesanteur spécifique soit telle que nous l'avons donnée plus haut.

Comme les proportions des élémens de cette vapeur paroissent être les mêmes que pour le gaz oléfiant, il étoit intéressant de rechercher si le chlore avoit sur le nouveau gaz le même effet que sur ce dernier. Dans ce but, on mêla dans une cornue privée d'air, du chlore avec la vapeur; la combinaison eut promptement lieu ; il se dégagea beaucoup de chaleur, et il se produisit un liquide, ressemblant à l'hydrochlorure de carbone ; fluide obtenu en trai-

tant de la même manière le gaz oléfiant. Il étoit transparent, incolore, et plus pesant que l'eau; il avoit la même saveur douce, mais accompagnée d'un arrière-goût amer, très-persistant. Il étoit, du reste, composé de volumes à-peu-près égaux de vapeur et de chlore. Ce liquide ne peut donc pas être le même que l'hydrochlorure de carbone produit par le gaz oléfiant, puisqu'il contient deux fois autant de carbone et d'hydrogène. Il fut ensuite traité avec excès de chlore au soleil; l'action fut lente, une plus grande quantité de chlore se combina avec la substance, il se forma de l'acide muriatique, et on obtint à la fin un fluide tenace, composé triple de chlore, de carbone, et d'hydrogène; mais il ne se forma point de chlorure de carbone. Cette circonstance est remarquable, car elle sert à montrer que, quoique les élémens soient les mêmes, et en mêmes proportions, dans cette vapeur et dans le gaz oléfiant, ils sont dans un état différent de combinaison.

La tension de la partie la plus volatile du gaz de l'huile condensé en liquide, substance qui pour l'élasticité vient immédiatement après le gaz oléfiant, dans le mélange constituant le gaz de l'huile, paroît être environ de quatre atmosphères à la température de 60°. Pour le reconnoître, on se servit d'un tube tel que celui que représente la fig. 1,

Fig. 1.

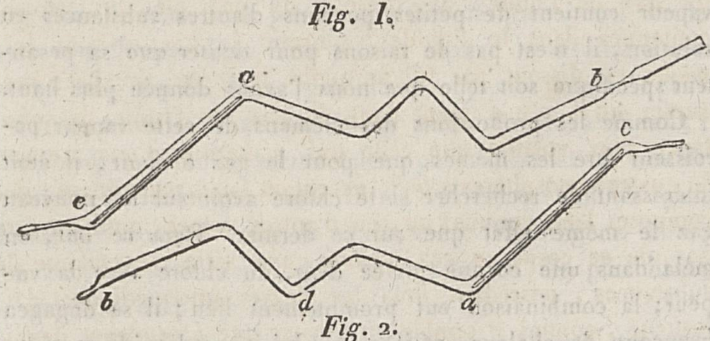


Fig. 2.

contenant une éprouvette de mercure, en *a e* et ouvert à

ses extrémités. La portion de *a* en *b* fut refroidie jusqu'à 0°: elle étoit destinée à recevoir le premier produit de la distillation du fluide à éprouver. On ferma le tube en *b* à la lampe; et quand il y eut assez de vapeur dégagée, pour qu'elle sortît en *e*, cette extrémité fut aussi fermée. L'appareil fut ensuite placé comme dans la fig. 2, les portions *a* et *d* à 0°, tandis que le fluide contenu en *b* étoit réchauffé par la main, ou l'air extérieur; quand il y en eut en *d* une quantité suffisante, l'appareil entier fut plongé dans l'eau à 60°; alors, avant que la vapeur fût revenue se dissoudre en entier dans le liquide en *b* la pression étoit marquée sur l'échelle de l'éprouvette. Quelquefois le fluide en *d* étoit rectifié en chauffant cette partie du tube et refroidissant seulement *a*; dans ce cas la réabsorption en *b* étoit empêchée ou du moins retardée par la plus grande légèreté du fluide en *d*; ensorte que les premières portions qui revenoient en *b* s'y déposoient en couches, et prévenoient une solution subite du gaz dans la masse au-dessous.

C'est en suivant ce procédé, qu'on trouva que, comme nous l'avons dit, la plus grande force élastique que l'on peut obtenir des substances que contenoit le tube, étoit de quatre atmosphères à 60°; et comme il n'y a aucune raison de douter que les portions des substances les plus volatiles du gaz de l'huile, au-dessous du gaz oléfiant, étoient contenues dans le liquide, puisque le gaz oléfiant lui-même est dissout par lui en petite quantité, on peut présumer qu'il n'y a point dans le gaz de l'huile de substance plus volatile que celle qui a besoin d'une pression de quatre atmosphères à 60°; exception faite, cependant, des composés bien connus; ou, en d'autres termes, qu'il n'existe pas, de ce corps au gaz oléfiant, une série descendante de substances, possédant tous les degrés intermédiaires d'élasticité, comme il semble en exister une ascendante depuis

cette substance aux composés qui requièrent 250° à 300° pour leur ébullition.

Relativement à ces produits très-volatils, je puis mentionner ici que j'ai souvent observé une substance, qui ne s'est présentée à moi qu'en petite quantité; elle s'élevoit avec la vapeur qui sortoit à 50° ou 60°, et cristallisoit en petites aiguilles, dans la portion du tube à 0°. Une température de 8° à 10° suffisoit pour la fondre et la faire disparoître. C'est certainement une substance particulière et déterminée; mais elle étoit en très-petite quantité et très-soluble dans le liquide qu'elle accompagnoit. Je n'ai pas pu la séparer et l'examiner avec soin.

Mes travaux sur la condensation des gaz, m'avoient suggéré la possibilité de construire une lampe à vapeur, dans laquelle une substance brûlant avec éclat (liquide à la pression de deux, trois, ou quatre atmosphères), fourniroit pendant long-temps une lumière constante, sans exiger de pression haute ni variée. J'ai construit une pareille lampe, et je l'alimente de la substance décrite; elle n'est encore qu'un objet de curiosité, et peut-être ne sera-t-elle jamais autre chose. Cependant il est très-possible qu'on découvre des procédés, au moyen desquels cette substance, produite plus abondamment, pourra rendre praticable l'exécution et l'usage d'un appareil de ce genre.

Des autres parties du gaz de l'huile condensé en liquide.

Nous avons dit plus haut, qu'on obtenoit des produits différens par des distillations répétées et une ébullition entre des limites peu éloignées, et que ces produits distillés de nouveau ne se décomposoient plus. Persuadé que ces produits étoient des mélanges, si ce n'est de substances inconnues, certainement au moins dans des proportions toutes nouvelles, je fis quelques expériences, en les passant sur l'oxide de cuivre, dans

l'espérance d'obtenir ainsi quelques notions sur leur nature. Ils parurent, alors, être tous des composés binaires de carbone et d'hydrogène : le tableau suivant fera connoître leurs proportions; la première colonne exprime la température à laquelle les produits furent distillés; la seconde, l'hydrogène en quantité constante; la troisième, le carbone.

140°	1	7,58
140.	1	8,38
160.	1	7,90
176.	1	8,25
190.	1	8,78
200.	1	9,17
210.	1	8,91
220.	1	8,46

Ces substances possèdent généralement les propriétés ci-dessus mentionnées, appartenant au bi-carbure d'hydrogène. Elles résistent toutes à l'action de l'alcali, même celles qui ne bouillissent qu'aux environs de 250°; et en cela, elles se distinguent très facilement d'avec les huiles qui leur ont donné naissance. L'acide sulfurique agit instantanément sur elles, et donne lieu au phénomène décrit plus haut.

Le Dr. Henry, ayant détaillé les résultats de ses expériences aussi nombreuses qu'exactes, dans une suite de Mémoires lus dans la Société Royale, mentionne dans celui qui porte la date du 22 février 1821, la découverte faite par Mr. Dalton, d'une vapeur, provenant du gaz de l'huile, d'une pesanteur spécifique plus grande que le gaz oléfiant, exigeant beaucoup plus d'oxigène pour sa combustion, mais pouvant, cependant, se condenser au moyen du chlore. Mr. Dalton paroît considérer tout ce qui a pu se condenser par le chlore, comme un composé, nouveau et constant, de carbone et d'hydrogène; mais Mr. Henry ayant remarqué que la proportion d'oxigène nécessaire pour sa combution, varioit de 4,5 à 5 volumes, et la quantité d'acide carbonique

produit, de 2,5 à 3 volumes; a été conduit à le considérer comme un mélange d'une vapeur éminemment volatile avec le gaz oléfiant ou tel autre gaz combustible. Il ajoute que la naphte mise en contact avec l'hydrogène, dégage une semblable vapeur, et qu'on l'a même informé que, lorsque le gaz de l'huile étoit condensé dans la lampe de Gordon, il s'y déposoit un peu d'huile très-volatile.

Un savant, se fondant sur les expériences du Dr. Henry, a émis, dans les Annales de Philosophie (1), l'opinion que cette subsance, découverte par Mr. Dalton, n'étoit point un nouveau gaz *sui generis*, « mais seulement une modification du gaz oléfiant, étant composée des mêmes élémens, pris dans les mêmes proportions, avec cette seule différence que les atomes du nouveau corps sont triples au lieu d'être doubles. » Le Dr. Thomson a adopté cette opinion dans ses Principes de Chimie. C'est, je crois, la première fois que l'on a supposé l'existence de deux composés gazeux ne différant l'un de l'autre qu'en densité. Quoique la proportion de 3 à 1 ne se soit pas confirmée, cependant, la partie la plus importante de l'énoncée, est bien établie par l'existence du composé décrit page 191, qui, quoique formé de carbone et d'hydrogène en mêmes proportions que le gaz oléfiant, est cependant d'une densité double (2).

---

(1) *Ann. of Philos.* New set. T. III. p. 37.

(2) Relativement à l'existence de ces corps composés des mêmes élémens dans les mêmes proportions, mais qui diffèrent dans leurs propriétés, il faut observer que, maintenant qu'on sait les rechercher, il est probable qu'on en découvrira beaucoup d'autres. J'ai eu dernièrement l'occasion de décrire un composé de gaz oléfiant et d'iode (Phil. Trans. CXI 72), dont l'analyse donna une proportion d'iode, deux de charbon, et deux d'hydrogène. (Quarter. Journal XIII 429). Mr. Serullas a obtenu, par l'ac-

Il

Il est évident, que la vapeur observée par Mr. Dalton et le Dr. Henry, doit avoir contenu, non-seulement ce composé et une partie de bicarbure d'hydrogène, mais encore des parties d'autres substances, en apparence indéterminées; et l'on ne peut douter que la quantité de ces vapeurs ne doive varier, depuis le point de complète saturation du gaz, lorsqu'il repose sur l'eau et l'huile, jusqu'à des proportions inconnues mais plus foibles. Il est donc d'une grande utilité, dans l'analyse des gaz tirés de l'huile ou du charbon, d'a-

---

tion du potassium sur une solution alcoolique d'iode, un composé entièrement différent du précédent par ses propriétés, et formé cependant des mêmes élémens, dans les mêmes proportions (*Annales de chimie*, XX, 245, XXII 172). De plus, MM. Liebig et Gay-Lussac, après un beau travail sur la nature des composés fulminans d'argent, de mercure, etc., furent conduits à conclure qu'ils étoient des sels, contenant un nouvel acide et qu'ils devoient leur force explosive à la facilité avec laquelle les élémens de cet acide se séparoient les uns des autres. (*Ann. de Chimie*, XXIV 294, XXV 285). L'acide lui-même étant composé d'une proportion d'oxigène, une d'azote et deux de carbone, équivaut à une proportion d'oxigène, plus une de cyanogène, et peut donc être considéré comme le véritable acide cyanique. Mais Mr. Wohler, en faisant brûler un mélange de ferro-prussiate de potasse et de nitre, a formé un sel qui, selon son analyse, est le cyanate de potasse. L'acide contient une proportion d'oxigène, une de nitrogène et deux de carbone. Il peut s'unir à diverses autres bases, comme les terres, les oxides de plomb, l'argent, etc.; mais les sels ainsi formés n'ont d'autres rapports, avec ceux de MM. Liebig et Gay-Lussac, que celui de leur même composition (*Gilberts Annalen*, etc.; T. XXVI 157. *Ann. de Chimie* XXVII 190). Mr. Gay-Lussac observe que, si l'analyse est bien faite, le seul moyen de rendre raison de cette différence, est d'admettre un autre mode de combinaison.

voir des moyens de reconnoître leur présence et leur quantité, et j'ai trouvé qu'on pouvoit le faire avec une grande exactitude en employant l'acide sulfurique, l'huile etc., à cause de la force dissolvante avec laquelle ces substances agissent sur ces vapeurs.

L'acide sulfurique est très-bon à employer dans ce but; son action sur les substances est instantanée, il ne dégage point d'acide sulfureux; et quoique, lorsque la quantité de substance est considérable, comparée à celle de l'acide, une portion de cette substance demeure non décomposée et assez volatile pour dégager encore de la vapeur, cependant, quand elle est en petite quantité, comme lorsqu'elle existe en vapeur dans un volume donné de gaz, l'action n'en a pas moins lieu, à cause de la solubilité de la vapeur dans l'acide, même lorsqu'il est en petite quantité. Je trouve que, quand un volume de vapeur de l'un des produits du gaz de l'huile liquide, est attaqué, soit isolément, soit mêlé à 1, 2, 3, 4, et jusqu'à 12 volumes d'air, d'oxigène ou d'hydrogène, par un demi-volume ou un volume d'acide sulfurique, il est entièrement absorbé.

Quand le gaz oléfiant se rencontre dans les expériences d'analyse, il faut redoubler de soins, à cause de la combinaison graduelle de ce gaz avec l'acide sulfurique. Ainsi un volume d'acide sulfurique, lorsqu'il trouve du gaz oléfiant en abondance, en absorbe environ 7 volumes en vingt-quatre heures, à la lumière tempérée d'une chambre; l'éclat du soleil augmente un peu l'effet. Quand le gaz oléfiant est mêlé avec l'air ou l'hydrogène, la quantité absorbée en un temps donné, est beaucoup moindre; dans ce cas, l'absorption est à peine appréciable dans deux heures, temps qui semble bien suffisant pour la disparution de chacune des vapeurs particulières du gaz de l'huile ou de la houille.

Je me servois ordinairement dans mes expériences, de tubes

de verre sur du mercure pur (1), j'y introduisois les gaz, vapeur ou mélange, puis j'y versois l'acide sulfurique avec un tube recourbé et muni d'une boule, au moyen duquel, en soufflant avec la bouche, je faisois passer l'acide au travers du mercure.

Je donnerai pour exemple de mes procédés, les résultats suivans :

Gaz de l'huile tiré d'un gazomètre.

		Acide sulf.		en 8',	en 1 heur.	2 h.	Dimin. p. 100.
188 vol.	+	9, 5	se réduisirent à	150, 0	148, 5	146, 4	23, 12
107	+	13, 0	....	88, 5	84, 5	82, 0	23, 33
138	+	5, 2	....	113, 7	108, 0	106, 5	22, 82

Gaz de l'huile, tiré d'une lampe de Gordon.

		Acide sulf.		en 15'	en 30'	en 3 h.	Dimin. p. 100.
214	+	6, 8	....	183, 3	180, 8	176, 0	17. 75
159	+	5, 9	....	137, 5	136, 0	130, 4	17, 98
113	+	12, 2	....	98, 0	96, 0	98, 0	18, 58

Gaz tiré de la houille, (qualité inférieure).

		Acide sulf.		en 15'	en 30'	en 3 h.	Dimin. p. 100.
548, 6	+	27, 6	....	533, 3	529, 2	529, 0	3, 57
273, 6	+	27, 8	....	267, 9	266, 0	265, 0	2, 78
190, 6	+	13, 1	....	186, 0	184, 2	184, 1	3, 41

L'huile peut servir, de la même manière, à séparer ces vapeurs. Elle condense environ 6 volumes de la vapeur la plus élastique, à la température ordinaire, et elle dissout avec une grande facilité, les vapeurs de ceux de ces liquides qui demandent pour leur ébullition de plus hautes températures. J'ai trouvé que, dans des mélanges détonans d'air ou d'oxigène, on pouvoit promptement séparer la vapeur au moyen de l'huile d'olive ; et que, lorsqu'il s'agissoit de gaz oléfiant ou autres, on prévenoit son action dissolvante

(1) Si le mercure contient des métaux oxidables, l'acide sulfurique les attaque et dégage du gaz acide sulfureux. On peut le purifier, suffisamment, en le laissant en contact avec l'acide sulfurique pendant vingt-quatre heures ; et en l'agitant fréquemment.

sur eux, en agitant premièrement cette huile avec le gaz afin de l'en saturer; on peut alors s'en servir efficacement pour absorber les vapeurs.

On peut encore employer pour le même but, quelques-unes des huiles essentielles les plus fixes, comme l'huile *sèche* de térébenthine et même une partie du liquide condensé lui-même, parce que cette portion demande 200° à 300° pour son ébullition; il faut avoir soin d'estimer l'expansion du gaz, par la vapeur du liquide, ce qui se fait aisément en conservant une quantité connue d'air commun au-dessus du liquide, afin de servir de point de comparaison.

Relativement aux proportions de ces diverses substances, que contient le liquide obtenu par la condensation du gaz de l'huile, il est très-difficile d'arriver à des résultats précis, à cause du nombre considérable d'opérations qu'exige la séparation des parties plus ou moins volatiles; le tableau suivant en donnera un aperçu approximatif. Il renferme la perte qu'ont subie 100 parties en poids du fluide original, par l'évaporation, pour chaque période de 10 degrés de température ascendante, le liquide étant toujours maintenu en ébullition.

100 parties à 58°		Parties	Différences
ont perdu à	70	1,1	
	80	3,0	1,9
	90	5,2	2,2
	100	7,7	2,5
	110	10,1	2,4
	120	13,2	3,1
	130	16,1	2,9
	140	19,3	3,2
	150	22,4	3,1
	160	25,6	3,2

100 parties à 58°		Parties	Différences
ont perdu à	170	29,0	3,4
	180	44,7	15,7
	190	68,1	23,4
	200	84,2	16,1
	210	91,6	7,4
	220	95,3	3,7
	230	96,6	1,3

Les 3,4 parties qui restoient, ont été dissipées avant 250° par une décomposition lente. La troisième colonne exprime la quantité de substance volatilisée dans chaque intervalle de 10 degrés, et indique une grande abondance de ce composé décrit sous le nom de bicarbure d'hydrogène.

On appréciera à sa juste valeur l'importance de ces vapeurs, qui contribuent à donner au gaz sa propriété éclairante, si l'on considère que ces vapeurs et d'autres plus denses le saturent complètement. J'ai distillé une partie du liquide, qui s'est condensé dans les tuyaux à conduire le gaz de l'huile et que m'a procuré Mr. Hennel, et j'ai trouvé qu'il contenoit quelques parties de bicarbure d'hydrogène. Je l'ai découvert en soumettant la petite quantité du liquide qui passa avant 190°, à un froid de 6°; alors la substance cristallisa dans sa solution. Il est donc évident que le gaz dans lequel le liquide s'étoit déposé, en étoit saturé. Je distillai ensuite une certaine quantité du goudron déposé par le gaz de la houille : comme je m'y attendois, je n'y découvris aucune trace de la substance, mais l'acide sulfurique seul suffit pour montrer l'existence de quelques-uns de ces corps, dans le gaz tiré du charbon lui-même.

Quant aux usages probables, auxquels ce fluide, produit par le gaz de l'huile comprimé, pourra être employé, il faut remarquer qu'étant très-volatil, on peut l'introduire dans un

gaz qui ne brûle qu'avec une flamme d'un bleu pâle, et qu'aussitôt la lumière deviendra éclatante; et même la vapeur des parties qui exigent 170°, 180° ou plus pour l'ébullition, est assez dense pour pouvoir, en petite quantité, être employée de même. Une bougie fut allumée sous une jarre d'air commun posée sur l'eau; puis une portion du fluide bouillisant à 190°, y fut introduite et agitée. Ce mélange brûla alors avec beaucoup d'éclat comme du gaz de l'huile; cependant il se consuma beaucoup plus de cette vapeur, qu'il n'auroit fallu de gaz pour produire la même clarté; que la flamme fût grande ou petite, on ne vit aucun mélange de lumière bleue. Mr. Gordon, à ce que j'ai appris, a proposé cet emploi de ce produit.

Ce fluide dissout le caoutchouc mieux qu'aucune substance connue. Il a été déjà employé dans ce but.

Il pourra se prêter aux mêmes emplois que les huiles essentielles, pour dissolvans, vernis, etc.; toutes les fois que la volatilité sera une condition requise, on pourra le rectifier, et alors il surpassera toutes les autres huiles.

Il est possible que, plus tard, quand nous connoîtrons bien tous les changemens secrets qui s'opèrent dans la décomposition de l'huile et des autres substances, produite par la chaleur, et quand nous posséderons mieux les procédés, il est possible, dis-je, que cette substance, et peut-être d'autres encore, nous fournissent un combustible pour les lampes. Ce combustible, liquide sous la pression de deux à trois atmosphères, mais vaporisable sous une pression plus foible, aura tous les avantages des lampes à gaz, et n'exigera pas une pression aussi considérable.

MÉDECINE.

Lettre adressée aux Rédacteurs sur un nouveau moyen de tuer le *Ténia vulgaire*, par le Dr. Ch. Peschier.

MM.

Une découverte intéressante a été faite cette année par mon frère le pharmacien; elle a été vérifiée en commun par nous deux, puis par la presque totalité des médecins de Genève; elle a été annoncée en peu de mots à la Société Helvétique réunie à Soleure (1), puis publiée sans détails dans quelques journaux de médecine de Paris; elle me paroît offrir un intérêt trop général pour ne pas acquérir le plus grand degré de publicité, et c'est à votre précieux Journal, MM., le plus répandu qui existe, que j'ai recours pour atteindre ce but; si j'ai mis quelque retard dans la communication d'une découverte qui date du mois de mai 1825, c'étoit pour lui laisser obtenir toute l'authenticité possible; il n'y a maintenant plus le moindre doute, et l'expérience a pleinement justifié tout ce qu'on avoit droit d'en attendre.

Il s'agit du moyen de tuer le *ténia*, sans faire éprouver aux malades les dégoûts dont étoit précédemment accompagné le traitement médical qu'on avoit reconnu pour le plus sûr et le plus efficace. Chacun sait que la propriété anthelmintique, ou plutôt *helmintoctone*, contre le ténia, réside spécialement dans la fougère mâle, *aspidium*

(1) V. ci-après, l'extrait de la troisième séance de cette Société. (R)

filix mas; on donne ordinairement cette substance aux malades en poudre, à la dose de *trois gros* au moins, soit délayée dans de l'eau, soit en bols; mais ces bols sont alors en tel nombre et d'une telle grosseur, que le patient a bien de la peine à arriver jusqu'au dernier; et la poudre a un goût si désagréable, elle forme par sa masse un *magma* si déplaisant, qu'il n'est pas rare de voir des malades préférer la maladie au remède. Cependant le ténia est très-répandu, très-commun; il affecte et dérange souvent la constitution d'une manière notable; et c'étoit un véritable service à rendre à l'humanité que de présenter un moyen plus facile de se débarrasser d'une pareille incommodité.

D'autres raisons donnent encore de l'importance à la découverte dont je veux parler; la fougère mâle ne croît que dans quelques pays montagneux, et le ténia se rencontre dans tous les climats, et sous toutes les températures; d'où il résulte que dans beaucoup de pays on ne peut se procurer la fougère que par la voie du commerce, circonstance qui devient une cause d'infidélité et d'inefficacité dans l'action du remède, et voici pourquoi.

L'intensité d'action helmintoctone n'a été jusqu'à ce jour bien reconnue et avérée, que dans la fougère mâle, et cependant les habitans des montagnes recueillent et livrent aux droguistes et aux pharmaciens six fougères différentes, dont l'espèce est assez difficile à déterminer lorsqu'on n'en voit que la souche et les bourgeons; de cette circonstance seule dérive déjà une cause d'infidélité.

La fougère mâle demande la plus sévère attention, soit pour la recueillir, soit pour la choisir et la conserver, dans l'intention de servir de médicament. Elle ne possède ses propriétés dans toute leur force, que depuis la fin de mai jusqu'au milieu de septembre environ; c'est alors que ses

bourgeons sont fermes, qu'ils offrent à l'extérieur une couleur brune, à l'intérieur une couleur pistache, une cassure franche, et une odeur nauséabonde qui leur est propre; avant le mois de mai leur consistance est molle, et ces propriétés n'y sont pas développées; après le mois de septembre, leur consistance devient sèche et poreuse; ils se plient et ne se cassent point; et offrent à leur intérieur des lacunes brunâtres, indices certains de leur détérioration. Il est donc nécessaire de rejeter, soit les souches qu'on nomme vulgairement *racines*, recueillies trop tôt ou trop tard, soit les bourgeons altérés, qui fournissent une substance presque inerte.

Il est une autre circonstance qui sert à expliquer pourquoi la fougère, prise dans des officines de lieux situés à une très-grande distance de celui où elle a été recueillie, a souvent été de nul effet, et a fait retomber sur la propriété de cette plante un reproche que méritoit seulement l'échantillon employé dans ce cas spécial. Cette substance ne conserve sa qualité médicamenteuse que pendant un temps déterminé, deux ans environ; passé ce terme, elle doit être rejetée comme devenue matière inerte; ce fait n'est pas généralement connu, et bon nombre de pharmaciens n'ont, en conséquence, pas l'usage de refaire leur provision à-peu-près au terme que j'indique.

On voit, par ce qui précède, qu'il devenoit précieux de trouver un moyen de parer à tous ces inconvéniens, mauvais goût, quantité, inefficacité et impropriété. C'est ce qu'a fait mon frère le pharmacien; il a cherché la propriété anthelmintique de la fougère mâle dans le produit de la digestion des bourgeons dans l'éther sulfurique; nous avons fait en commun les premiers essais, et nous avons eu une entière et parfaite réussite. Ce produit ayant une consistance huileuse, nous l'avons d'abord administré en émul-

sion ; mais soit que cette forme l'enveloppe de manière à l'empêcher de toucher le ténia à nu, soit que la dose fût trop foible, ou que nous eussions à faire à un individu peu irritable, nous ne pumes pas nous assurer que le ténia eût été expulsé. Alors mon frère mélangea ce produit avec une substance extractive, et en forma des pilules, dans chacune desquelles en entroit une goutte ; j'en administrai huit seulement, et le malade fut délivré de son hôte incommode, ainsi que des douleurs gastriques intenses qu'il ressentoit auparavant. Cette expérience a depuis été répétée plusieurs fois, mais il a été reconnu que huit gouttes sont en général une dose trop foible ; d'un autre côté, il a aussi été reconnu que ce médicament n'avoit point d'action malfaisante sur le malade, car dernièrement une personne en a pris quatre-vingt-dix gouttes, sans en être incommodée en aucune façon.

Pour savoir à quoi s'en tenir, d'une manière précise, sur la quantité probablement nécessaire pour tuer un ténia, mon frère a recherché par l'analyse combien trois gros de fougère en poudre donnoient de ce corps gras, et il en a recueilli *trente gouttes*, soit vingt-quatre gros ; voilà donc quelle est à-peu-près la dose qu'on doit en employer dans la majeure partie des cas.

Ainsi donc, ce remède, qui ne fatigue point le malade et qui n'exige après lui qu'un léger purgatif quelconque, pour expulser le ténia, peut être répété autant de fois qu'il sera nécessaire, lorsque son action n'aura pas été efficace dès la première dose ; et depuis que mon frère l'a fait connoître aux Docteurs de Genève, un grand nombre de personnes en ont fait usage avec le succès le plus constant.

Il ne paroît pas nécessaire d'adopter une règle fixe dans son administration ; il peut être incorporé dans des pilules, ou

simplement mélangé avec un sirop ; on peut le donner avant ou en même temps qu'un remède purgatif; il suffit qu'il soit pris avec cette précaution néanmoins, d'être introduit dans l'estomac aussi long-temps que possible après le dernier repas, de manière que les intestins ne contiennent qu'une très-petite quantité d'alimens ou de chyme, et qu'il y ait plus de probabilité à ce que le médicament entre en contact avec le ténia, car je suis disposé à croire que cette circonstance suffit pour tuer ce dernier. Ainsi, on peut donner la moitié de la dose totale le soir, au moment du coucher du malade, et l'autre moitié le lendemain à jeun, et faire suivre celle-ci par un purgatif administré une heure plus tard. Quoiqu'il soit d'usage d'employer l'huile de ricin, je ne crois pas que la chose soit de rigueur, et je pense que tout autre purgatif peut remplir l'intention du moment, qui n'est que d'expulser un ténia déjà tué par la fougère ; on pourroit même se passer du laxatif; alors l'expulsion auroit lieu un peu plus tard.

Il est facile de comprendre que tous les inconvéniens que j'ai signalés comme résultant du défaut de qualité, de maturité, de fraîcheur et de conservation, disparoissent quand on emploie l'oléo-résine de fougère, puisque cette substance ne s'obtient en quantité suffisante que lorsque la souche a été convenablement recueillie, préparée et conservée ; que de plus, elle est facile à transporter, qu'elle se garde sans s'altérer, et qu'à des distances considérables elle doit être identique dans son action.

Je n'ai pas besoin d'ajouter, qu'avantageusement placé dans le voisinage de lieu où croît la fougère mâle, mon frère est disposé à fournir ce produit à toutes les personnes qui désireroient en envoyer à l'étranger, même en quantité considérable.

Je suis, etc.

Genève, ce 2 Novembre 1825.

GÉOLOGIE.

Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changemens qu'elles ont produits dans le règne animal : par Mr. le B.on G. Cuvier, trois. édit. franç. *Paris* 1825.

(*Second et dernier extrait*).

Après avoir retracé, comme on l'a vu dans un premier extrait (1), la marche des changemens successifs qu'a subis notre globe, Mr. Cuvier s'attache à démontrer qu'on a dû renoncer à attribuer ces grands effets aux causes qui agissent encore à sa surface, telles que les éboulemens, les alluvions, les dépôts sous les eaux, l'accumulation progressive des stalactites, les incrustations, l'action des volcans, ou même les causes astronomiques constantes : parce que des causes aussi lentes ne peuvent avoir produit des catastrophes dont il nous est démontré que l'un des effrayans caractères étoit d'être subites.

« Cette nécessité où se sont vus les naturalistes, » dit Mr. Cuvier, « de chercher des causes différentes de celles que nous voyons agir aujourd'hui, est ce qui leur a fait imaginer tant de suppositions extraordinaires, et les a fait errer et se perdre en tant de sens contraires, que le nom même de leur science, a été long-temps un sujet de moquerie pour quel-

(1) Voy. page 63 de ce volume.

ques personnes prévenues, qui ne voyoient que les systêmes qu'elle a fait éclore, et qui oublioient la longue et importante série des faits certains qu'elle a fait connoître. »

Ici, Mr. Cuvier passe rapidement en revue les divers systêmes de géologie, et il termine cette revue, en montrant la supériorité de la méthode actuellement employée, et l'importance qu'acquiert, dans cette méthode, l'étude des os fossiles qui fait l'objet du grand ouvrage dont ce Discours est l'Introduction. Suivons-le dans ce curieux exposé.

« Pendant long-temps, » dit-il, « on n'admit que deux événemens, que deux espèces de mutations sur le globe : la création et le déluge; et tous les efforts des géologistes tendirent à expliquer l'état actuel, en imaginant un certain état primitif, modifié ensuite par le déluge, dont chacun imaginoit aussi à sa manière les causes, l'action et les effets. »

« Ainsi, selon l'un (1), la terre avoit reçu d'abord une croûte égale et légère, qui recouvroit l'abîme des mers, et qui se creva pour produire le déluge : ses débris formèrent les montagnes. Selon l'autre (2), le déluge fut occasionné par une suspension momentanée de la cohésion dans les minéraux : toute la masse du globe fut dissoute, et la pâte en fut pénétrée par les coquilles. Selon un troisième (3), Dieu souleva les montagnes pour faire écouler les eaux qui avoient produit le déluge, et les prit dans les endroits où il y avoit le plus de pierres, parce qu'autrement elles n'auroient pu se soutenir. Un quatrième (4) créa la terre avec l'atmosphère

---

(1) Burnet. *Telluris theoria sacra. London* 1681.

(2) Woodward. *Essay towards the natural history of the Earth. Lond,* 1702.

(3) Scheuchzer. Mém. de l'Acad. 1708

(4) Wiston. *A new Theory of the Eart. London* 1708.

d'un comète, et la fit inonder par la queue d'une autre : la chaleur qui lui restoit de sa première origine, fut ce qui excita tous les êtres vivants au péché; aussi, furent-ils tous noyés, excepté les poissons, qui avoient apparemment les passions moins vives. »

« On voit, que tout en se retranchant dans les limites fixées par la Genèse, les naturalistes se donnoient encore une carrière assez vaste : ils se trouvèrent bientôt à l'étroit; et, quand ils eurent réussi à faire envisager les six jours de la création comme autant de périodes indefinies, les siècles ne leur coûtant plus rien, leurs systêmes prirent un essor proportionné aux espaces dont ils purent disposer. »

« Le grand Leibnitz, lui-même, s'amusa à faire, comme Descartes, de la terre un soleil éteint (1), un globe vitrifié, sur lequel les vapeurs, étant retombées lors de son refroidissement, formèrent des mers qui déposèrent ensuite les terrains calcaires. »

Demaillet couvrit le globe entier d'eau pendant des milliers d'années; il fit retirer les eaux graduellement; tous les animaux terrestres avoient d'abord été marins; l'homme, luimême, avoit commencé par être poisson; et l'auteur assure, qu'il n'est pas rare de rencontrer dans l'Océan, des poissons qui ne sont encore devenus hommes qu'à moitié, mais dont la race le deviendra tout-à-fait quelque jour (2). »

« Le système de Buffon n'est guère qu'un développement de celui de Leibnitz, avec l'addition seulement d'une comète, qui a fait sortir du soleil, par un choc violent, la masse liquéfiée de la terre, en même temps que celle de toutes les planètes; d'où il résulte des dates positives : car, par la tempera-

(1) Leibnitz. *Protogæa. Act. Lips.* 1683. *Gott.* 1749.
(1) Telliamed. Amsterd. 1748.

ture actuelle de la terre, on peut savoir depuis combien de temps elle se refroidit; et, puisque les autres planètes sont sorties du soleil en même temps qu'elle, on peut calculer combien les grandes ont encore de siècles à refroidir, et jusqu'à quel point les petites sont déjà glacées (1). »

« De nos jours, des esprits plus libres que jamais, ont aussi voulu s'exercer sur ce grand sujet. Quelques écrivains ont reproduit et prodigieusement étendu les idées de Demaillet : ils disent que tout fut liquide dans l'origine; que le liquide engendra des animaux, d'abord très-simples, tels que les monades ou autres espèces infusoires et microscopiques; que, par suite des temps, et en prenant des habitudes diverses, les races animales se compliquèrent et se diversifièrent au point où nous les voyons aujourd'hui. Ce sont toutes ces races d'animaux qui ont converti par degrés l'eau de la mer en terre calcaire; les végétaux, sur l'origine et les métamorphoses desquels on ne nous dit rien, ont converti, de leur côté, cette eau en argile; mais ces deux terres, à force d'être dépouillées des caractères que la vie leur avoit imprimés, se résolvent, en dernière analyse, en silice; et voilà pourquoi les plus anciennes montagnes sont plus siliceuses que les autres. Toutes les parties solides de la terre doivent donc leur naissance à la vie; et, sans la vie, le globe seroit encore entièrement liquide (2). »

---

(1) *Théorie de la terre*, 1749; et *Epoques de la nature*, 1775.

(2) Voyez la physique de Rodig, p. 106, Leipsig, 1801; et la page 169 du deuxième tome de Telliamed, ainsi qu'une infinité de nouveaux ouvrages allemands. Mr. de Lamarck est celui qui a développé dans ces derniers temps ce système en France avec le plus de suite et la sagacité la plus soutenue dans son Hydrogéologie et dans sa Philosophie zoologique.

» D'autres écrivains ont donné la préférence aux idées de Képler : comme ce grand astronome, ils accordent au globe lui-même les facultés vitales ; un fluide, selon eux, y circule ; une assimilation s'y fait aussi bien que dans les corps animés, chacune de ses parties est vivante ; il n'est pas jusqu'aux molécules les plus élémentaires qui n'aient un instinct, une volonté ; qui ne s'attirent et ne se repoussent d'après des antipathies et des sympathies : chaque sorte de minéral peut convertir des masses immenses en sa propre nature, comme nous convertissons nos alimens en chair et en sang ; les montagnes sont les organes de la respiration du globe, et les schistes ses organes secrétoires ; c'est par ceux-ci qu'il décompose l'eau de la mer pour engendrer les déjections volcaniques ; les filons, enfin, sont des caries, des abcès du règne minéral, et les métaux un produit de pourriture et de maladie : voilà pourquoi ils sentent presque tous mauvais (1). »

« Plus nouvellement encore, une philosophie qui substitue des métaphores aux raisonnemens, partant du systême de l'identité absolue ou du panthéisme, fait naître tous les phénomènes, ou, ce qui est à ses yeux la même chose, tous les êtres par polarisation, comme les deux électricités, et appelant polarisation toute opposition, toute différence, soit qu'on la prenne de la situation, de la nature, ou des fonctions, elle voit successivement s'opposer Dieu et le monde ; dans le monde, le soleil et les planètes ; dans chaque planète, le solide et le liquide ; et, poursuivant cette marche, changeant au besoin ses figures et ses allégories, elle arrive jusqu'aux derniers détails des espèces organisées (2).

---

(1) Feu Mr. Patrin a mis beaucoup d'esprit à soutenir ces idées fantastiques dans plusieurs articles du Nouveau Dictionnaire d'Histoire Naturelle.

(1) C'est surtout dans les ouvrages de Mr. Steffens et de

Il

« Il faut convenir, cependant, que nous avons choisi là des exemples extrêmes, et que tous les géologistes n'ont pas porté la hardiesse des conceptions aussi loin que ceux que nous venons de citer; mais, parmi ceux qui ont procédé avec plus de réserve, et qui n'ont point cherché leurs moyens hors de la physique ou de la chimie ordinaire, combien ne règne-t-il pas encore de diversité et de contradiction ! »

« Chez l'un, tout est précipité successivement par cristallisation, tout s'est déposé à-peu-près comme il est encore; mais la mer, qui couvroit tout, s'est retirée par degrés (1). »

« Chez l'autre, les matériaux des montagnes sont sans cesse dégradés et entraînés par les rivières, pour aller au fond des mers se faire échauffer sous une énorme pression, et former des couches que la chaleur qui les durcit relèvera un jour avec violence (2). »

« Un troisième suppose le liquide divisé en une multitude de lacs, placés en amphithéâtre les uns au-dessus des autres, qui, après avoir déposé nos couches coquillières, ont rompu successivement leurs digues, pour aller remplir le bassin de l'océan (3). »

« Chez un quatrième, des marées de sept à huit cents toises, ont au contraire emporté de temps en temps le fond des

---

Mr. Oken qu'il faut voir cette application du panthéisme à la géologie.

(1) Mr. Delamétherie admet la cristallisation comme cause principale dans sa géologie.

(2) Hutton et Playfair: *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth. Edinb.* 1802.

(3) Lamanon, en divers endroits du Journal de Physique, d'après Michaëlis et plusieurs autres.

mers, et l'ont jeté en montagnes et en collines dans les vallées, ou sur les plaines primitives du continent (1). »

« Un cinquième fait tomber successivement du ciel, comme les pierres météoriques, les divers fragmens dont la terre se compose, et qui portent dans les êtres inconnus dont ils récèlent les dépouilles, l'empreinte de leur origine étrangère (2). »

« Un sixième fait le globe creux, et y place un noyau d'aimant qui se transporte, au gré des comètes, d'un pôle à l'autre, entraînant avec lui le centre de gravité et la masse des mers, et noyant ainsi alternativement les deux hémisphères (3). »

Nous pourrions citer encore vingt autres systèmes tout aussi divergens que ceux-là : et, que l'on ne s'y trompe pas, notre intention n'est pas d'en critiquer les auteurs : au contraire, nous reconnoissons que ces idées ont généralement été conçues par des hommes d'esprit et de savoir, qui n'ignoroient point les faits, dont plusieurs même avoient voyagé long-temps dans l'intention de les examiner, et qui en ont procuré de nombreux et d'importans à la science. »

« D'où peut donc venir une pareille opposition dans les solutions d'hommes qui partent des mêmes principes pour résoudre le même problème ? »

« Ne seroit-ce point que les conditions du problème n'ont jamais été toutes prises en considération ; ce qui l'a fait rester, jusqu'à ce jour, indéterminé et susceptible de plusieurs solutions, toutes également bonnes quand on fait abstraction

---

(1) Dolomieu, *ibid.*

(2) MM. de Marschall : Recherches sur l'origine et le développement de l'ordre actuel du monde. Giessen 1802.

(3) Mr. Bertrand : Renouvellement périodique des Continens terrestres. Hambourg, 1799.

de telle ou telle condition ; toutes également mauvaises ; quand une nouvelle condition vient à se faire connoître, ou que l'attention se reporte vers quelque condition connue, mais négligée ? »

« Pour quitter ce langage mathématique, nous dirons que presque tous les auteurs de ces systêmes, n'ayant eu égard qu'à certaines difficultés qui les frappoient plus que d'autres, se sont attachés à résoudre celles-là d'une manière plus ou moins plausible, et en ont laissé de côté d'aussi nombreuses, d'aussi importantes. Tel n'a vu, par exemple, que la difficulté de faire changer le niveau des mers ; tel autre, que celle de faire dissoudre toutes les substances terrestres dans un seul et même liquide ; tel autre enfin, que celle de faire vivre sous la zone glaciale des animaux qu'il croyoit de la zone torride. Epuisant sur ces questions les forces de leur esprit, ils croyoient avoir tout fait en imaginant un moyen quelconque d'y répondre : il y a plus, en négligeant ainsi tous les autres phénomènes, ils ne songeoient pas même toujours à déterminer avec précison la mesure et les limites de ceux qu'ils cherchoient à expliquer. »

« Cela est vrai surtout pour les terrains secondaires, qui forment, cependant, la partie la plus importante et la plus difficile du problème. Pendant long-temps on ne s'est occupé que bien foiblement de fixer les superpositions de leurs couches, et les rapports de ces couches avec les espèces d'animaux et de plantes dont elles renferment les restes. »

« Y a-t-il des animaux, des plantes propres à certaines couches et qui ne se trouvent pas dans les autres ? Quelles sont les espèces qui paroissent les premières, ou celles qui viennent après ? Ces deux sortes d'espèces s'accompagnent-elles quelquefois ? Y a-t-il des alternatives dans leurs retours ; ou, en d'autres termes, les premières reviennent-elles une seconde fois, et alors les secondes disparoissent-

elles? Ces animaux, ces plantes, ont-ils tous vécu dans les lieux où l'on trouve leurs dépouilles, ou bien y en a-t-il qui ont été transportés d'ailleurs? Vivent-ils encore tous aujourd'hui quelque part, ou bien ont-ils été détruits en tout ou en partie? Y a-t-il un rapport constant entre l'ancienneté des couches et la ressemblance ou la non-ressemblance des fossiles avec les êtres vivants? »

« Y en a-t-il un de climat entre les fossiles et ceux des êtres vivants qui leur ressemblent le plus? Peut-on en conclure que les transports de ces êtres, s'il y en a eu, se soient faits du nord au sud, ou de l'est à l'ouest, ou par irradiation et mélange, et peut-on distinguer les époques de ces transports par les couches qui en portent les empreintes? »

« Que dire sur les causes de l'état actuel du globe, si l'on ne peut répondre à ces questions, si l'on n'a pas encore de motifs suffisans pour choisir entre l'affirmative ou la négative? Or, il n'est que trop vrai, que pendant long-temps aucun de ces points n'a été mis absolument hors de doute, qu'à peine même sembloit-on avoir songé qu'il fût bon de les éclaircir avant de faire un système. »

« On trouvera la raison de cette singularité, si l'on réfléchit que les géologistes ont tous été, ou des naturalistes de cabinet, qui avoient peu examiné par eux-mêmes la structure des montagnes, ou des minéralogistes qui n'avoient pas étudié avec assez de détail les innombrables variétés des animaux, et la complication infinie de leurs diverses parties. Les premiers n'ont fait que des systèmes; les derniers ont donné d'excellentes observations; ils ont véritablement posé les bases de la science; mais ils n'ont pu en achever l'édifice. »

« En effet, la partie purement minérale du grand problème de la théorie de la terre a été étudiée avec un soin admirable par De Saussure, et portée depuis à un développement étonnant par Werner, et par les nombreux et savans élèves qu'il a formés. »

« Le premier de ces hommes célèbres, parcourant péniblement pendant vingt années les cantons les plus inaccessibles, attaquant en quelque sorte les Alpes par toutes leurs faces, par tous leurs défilés, nous a dévoilé tout le désordre des terrains primitifs, et a tracé plus nettement la limite qui les distingue des terrains secondaires. Le second, profitant des nombreuses excavations faites dans le pays qui possède les plus anciennes mines, a fixé les lois de succession des couches; il a montré leur ancienneté respective, et poursuivi chacune d'elles dans toutes ses métamorphoses. C'est de lui, et de lui seulement, que datera la géologie positive, en ce qui concerne la nature minérale des couches; mais ni Werner ni De Saussure n'ont donné à la détermination des espèces organisées fossiles, dans chaque genre de couche, la rigueur devenue nécessaire, depuis que les animaux connus s'élèvent à un nombre si prodigieux. »

« D'autres savans étudioient, à la vérité, les débris fossiles des corps organisés; ils en recueilloient et en faisoient représenter par milliers; leurs ouvrages seront des collections précieuses de matériaux; mais, plus occupés des animaux ou des plantes, considérés comme tels, que de la théorie de la terre, ou regardant ces pétrifications ou ces fossiles comme des curiosités, plutôt que comme des documens historiques, ou bien enfin, se contentant d'explications partielles sur le gisement de chaque morceau, ils ont presque toujours négligé de rechercher les lois générales de position ou de rapport des fossiles avec les couches. »

« Cependant, l'idée de cette recherche étoit bien naturelle. Comment ne voyoit-on pas que c'est aux fossiles seuls qu'est due la naissance de la théorie de la terre; que, sans eux, l'on n'auroit peut-être jamais songé qu'il y ait eu dans la formation du globe des époques successives, et une série d'opérations différentes? Eux seuls, en effet, donnent la

certitude que le globe n'a pas toujours eu la même enveloppe, par la certitude où l'on est qu'ils ont dû vivre à la surface avant d'être ainsi ensevelis dans la profondeur. Ce n'est que par analogie que l'on a étendu aux terrains primitifs la conclusion que les fossiles fournissent directement pour les terrains secondaires; et, s'il n'y avoit que des terrains sans fossiles, personne ne pourroit soutenir que ces terrains n'ont pas été formés tous ensemble. »

» C'est encore par les fossiles, toute légère qu'est restée leur connoissance, que nous avons reconnu le peu que nous savons sur la nature des révolutions du globe. Ils nous ont appris que les couches qui les recèlent ont été déposées paisiblement dans un liquide; que leurs variations ont correspondu à celles du liquide; que leur mise à nu a été occasionnée par le transport de ce liquide; que cette mise à nu a eu lieu plus d'une fois: rien de tout cela ne seroit certain sans les fossiles. »

» L'étude de la partie minérale de la géologie, qui n'est pas moins nécessaire, qui même est pour les arts pratiques d'une utilité beaucoup plus grande, est cependant beaucoup moins instructive par rapport à l'objet dont il s'agit. »

» Nous sommes dans l'ignorance la plus absolue sur les causes qui ont pu faire varier les substances dont les couches se composent; nous ne connoissons pas même les agens qui ont pu tenir certaines d'entr'elles en dissolution; et l'on dispute encore sur plusieurs, si elles doivent leur origine à l'eau ou au feu. Au fond l'on a pu voir ci-devant que l'on n'est d'accord que sur un seul point; savoir, que la mer a changé de place. Et comment le sait-on, si ce n'est par les fossiles? »

» Les fossiles qui ont donné naissance à la théorie de la terre, lui ont donc fourni en même temps ses principales

lumières, les seules qui, jusqu'ici, aient été généralement reconnues. »

»Cette idée est ce qui nous a encouragé à nous en occuper; mais ce champ est immense: un seul homme pourroit à peine en effleurer une foible partie. Il falloit donc faire un choix, et nous le fîmes bientôt. La classe de fossiles qui fait l'objet de cet ouvrage nous attacha dès le premier abord, parce que nous vîmes qu'elle est à la fois plus féconde en conséquences précises, et cependant moins connue, et plus riche en nouveaux sujets de recherches (1). »

» Il est sensible en effet que les ossemens de quadrupèdes peuvent conduire, par plusieurs raisons, à des résultats plus rigoureux qu'aucune autre dépouille de corps organisés. »

»Premièrement, ils caractérisent d'une manière plus nette les révolutions qui les ont affectés. Des coquilles annoncent bien que la mer existoit où elles se sont formées; mais leurs changemens d'espèces pourroient à la rigueur provenir de changemens légers dans la nature du liquide, ou seulement dans sa température. Ils pourroient avoir tenu à des causes encore plus accidentelles. Rien ne nous assure que, dans le fond de la mer, certaines espèces, certains genres même, après avoir occupé plus ou moins longtemps des espaces déterminés, n'aient pu être chassés par d'autres. Ici, au contraire, tout est précis; l'apparition des

---

(1) Mon ouvrage a prouvé en effet à quel point cette matière étoit encore neuve lorsque je l'ai commencé, malgré les excellens travaux des Camper, des Pallas, des Blumenbach, des Merk, des Sœmmering, des Rosenmüller, des Fischer, des Faujas, des Home, et des autres savans dont j'ai eu le plus grand soin de citer les ouvrages dans ceux de mes chapitres auxquels ils se rapportent.

os de quadrupèdes, surtout celle de leurs cadavres entiers dans les couches, annonce, ou que la couche même qui les porte étoit autrefois à sec, ou qu'il s'étoit au moins formé une terre sèche dans le voisinage. Leur disparition rend certain, que cette couche avoit été inondée, ou que cette terre sèche avoit cessé d'exister. C'est donc par eux que nous apprenons d'une manière assurée le fait important des irruptions répétées de la mer, dont les coquilles et les autres produits marins, à eux seuls, ne nous auroient pas instruits; et c'est par leur étude approfondie que nous pouvons espérer de reconnoître le nombre et les époques de ces irruptions. »

« Secondement, la nature des révolutions qui ont altéré la surface du globe a dû exercer sur les quadrupèdes terrestres une action plus complète que sur les animaux marins. Comme ces révolutions ont, en grande partie, consisté en déplacemens du lit de la mer, et que les eaux devoient détruire tous les quadrupèdes qu'elles atteignoient si leur irruption a été générale, elle a pu faire périr la classe entière, ou, si elle n'a porté à la fois que sur certains continens, elle a pu anéantir au moins les espèces propres à ces continens, sans avoir la même influence sur les animaux marins. Au contraire, des millions d'individus aquatiques, ont pu être laissés à sec, ou ensevelis sous des couches nouvelles, ou jetés avec violence à la côte, et leur race être cependant conservée dans quelques lieux plus paisibles, d'où elle se sera de nouveau propagée après que l'agitation des mers aura cessé. »

« Troisièmement, cette action plus complète est aussi plus facile à saisir; il est plus aisé d'en démontrer les effets, parce que le nombre des quadrupèdes étant borné, la plupart de leurs espèces, au moins les grandes, étant connues, on a plus de moyens de s'assurer si des os fossiles appar-

tiennent à l'une d'elles, ou s'ils viennent d'une espèce perdue. Comme nous sommes, au contraire, fort loin de connoître tous les coquillages et tous les poissons de la mer; comme nous ignorons probablement encore la plus grande partie de ceux qui vivent dans la profondeur, il est impossible de savoir avec certitude si une espèce que l'on trouve fossile n'existe pas quelque part vivante. Aussi voyons-nous des savans s'opiniâtrer à donner le nom de coquilles pélagiennes, c'est-à-dire, de coquilles de la haute mer, aux bélemnites, aux cornes d'ammon, et aux autres dépouilles testacées qui n'ont encore été vues que dans les couches anciennes, voulant dire par-là que, si on ne les a point encore découvertes dans l'état de vie, c'est qu'elles habitent à des profondeurs inaccessibles pour nos filets.».................

«Si l'étude des quadrupèdes fossiles,» ajoute plus loin Mr. Cuvier, «est plus satisfaisante par ses résultats que celle des autres restes d'animaux, elle est aussi hérissée de difficultés beaucoup plus nombreuses. Les coquilles fossiles se présentent pour l'ordinaire dans leur entier, et avec tous les caractères qui peuvent les faire rapprocher de leurs analogues dans les collections ou dans les ouvrages des naturalistes; les poissons même offrent leur squelette plus ou moins entier; on y distingue presque toujours la forme générale de leur corps, et le plus souvent leurs caractères génériques et spécifiques qui se tirent de leurs parties solides. Dans les quadrupèdes, au contraire, quand on rencontreroit le squelette entier, on auroit de la peine à y appliquer des caractères tirés, pour le plupart, des poils, des couleurs, et d'autres marques qui s'évanouissent avant l'incrustation; et même il est infiniment rare de trouver un squelette fossile un peu complet; des os isolés, et jetés pêle-mêle, presque toujours brisés et réduits à des frag-

mens, voilà tout ce que nos couches nous fournissent dans cette classe, et la seule ressource du naturaliste. Aussi peut-on dire que la plupart des observateurs, effrayés de ces difficultés, ont passé légèrement sur les os fossiles de quadrupèdes, les ont classés d'une manière vague, d'après des ressemblances superficielles, ou n'ont pas même hasardé de leur donner un nom, ensorte que cette partie de l'histoire des fossiles, la plus importante et la plus instructive de toutes, est aussi de toutes la moins cultivée (1). »

»Heureusement, l'anatomie comparée possédoit un principe qui, bien développé, étoit capable de faire évanouir tous les embarras: c'etoit celui de la corrélation des formes dans les êtres organisés, au moyen duquel chaque sorte d'être pourroit, à la rigueur, être reconnue par chaque fragment de chacune de ses parties. »

« Tout être organisé forme un ensemble, un systême unique et clos, dont les parties se correspondent mutuellement, et concourent à la même action définitive par une réaction réciproque. Aucune de ces parties ne peut changer sans que les autres changent aussi; et par conséquent chacune d'elles prise séparément, indique et donne toutes les autres. »

« Ainsi, comme je l'ai dit ailleurs, si les intestins d'un animal sont organisés de manière à ne digérer que de la chair

---

(1) Je ne prétends point par cette remarque, ainsi que je l'ai déjà dit plus haut, diminuer le mérite des observations de MM. Camper, Pallas, Blumenbach, Sœmmering, Merck, Faujas, Rosenmüller, Home, etc., mais leurs travaux estimables, qui m'ont été fort utiles, et que je cite partout, ne sont que partiels, et plusieurs de ces travaux n'ont été publiés que depuis les premières éditions de ce discours.

et de la chair récente, il faut aussi que ses mâchoires soient construites pour dévorer une proie; ses griffes pour la saisir et la déchirer; ses dents pour la couper et la diviser; le système entier de ses organes du mouvement pour la poursuivre et pour l'atteindre; ses organes des sens pour l'apercevoir de loin; il faut même que la nature ait placé dans son cerveau l'instinct nécessaire pour savoir se cacher et tendre des piéges à ses victimes. Telles seront les conditions générales du régime carnivore; tout animal destiné pour ce régime les réunira infailliblement, car sa race n'auroit pu subsister sans elles; mais sous ces conditions générales il en existe de particulières, relatives à la grandeur, à l'espèce, au séjour de la proie, pour laquelle l'animal est disposé; et de chacune de ces conditions particulières résultent des modifications de détail dans les formes qui dérivent des conditions générales : ainsi, non-seulement la classe, mais l'ordre, mais le genre, et jusqu'à l'espèce, se trouvent exprimés dans la forme de chaque partie. »

« En effet, pour que la mâchoire puisse saisir, il lui faut une certaine forme de condyle, un certain rapport entre la position de la résistance et celle de la puissance avec le point d'appui, un certain volume dans le muscle crotaphite, qui exige une certaine étendue dans la fosse qui le reçoit, et une certaine convexité de l'arcade zygomatique sous laquelle il passe; cette arcade zygomatique doit aussi avoir une certaine force pour donner appui au muscle masséter. »

« Pour que l'animal puisse emporter sa proie, il lui faut une certaine vigueur dans les muscles qui soulèvent sa tête; d'où résulte une forme déterminée dans les vertèbres où ces muscles ont leurs attaches, et dans l'occiput, où ils s'insèrent. »

« Pour que les dents puissent couper la chair, il faut qu'elles soient tranchantes, et qu'elles le soient plus ou moins, se-

lon qu'elles auront plus ou moins exclusivement de la chair à couper. Leur base devra être d'autant plus solide, qu'elles auront plus d'os, et de plus gros os à briser. Toutes ces circonstances influeront aussi sur le développement de toutes les parties qui servent à mouvoir la mâchoire. »

« Pour que les griffes puissent saisir cette proie, il faudra une certaine mobilité dans les doigts, une certaine force dans les ongles, d'où résulteront des formes déterminées dans toutes les phalanges, et des distributions nécessaires de muscles et de tendons; il faudra que l'avant-bras ait une certaine facilité à se tourner, d'où résulteront encore des formes déterminées dans les os qui le composent; mais les os de l'avant-bras s'articulant sur l'humérus, ne peuvent changer de formes sans entraîner des changemens dans celui-ci. Les os de l'épaule devront avoir un certain degré de fermeté dans les animaux qui emploient leurs bras pour saisir, et il en résultera encore pour eux des formes particulières. Le jeu de toutes ces parties, exigera, dans tous leurs muscles, de certaines proportions, et les impressions de ces muscles ainsi proportionnés, détermineront encore plus particulièrement les formes des os. »

« Il est aisé de voir que l'on peut tirer des conclusions semblables pour les extrémités postérieures, qui contribuent à la rapidité des mouvemens généraux; pour la composition du tronc et les formes des vertèbres, qui influent sur la facilité, la flexibilité de ces mouvemens; pour les formes des os du nez, de l'orbite, de l'oreille, dont les rapports avec la perfection des sens de l'odorat, de la vue, de l'ouïe sont évidens. En un mot, la forme de la dent entraîne la forme du condyle, celle de l'omoplate, celle des ongles, tout comme l'équation d'une courbe entraîne toutes ses propriétés; et de même qu'en prenant chaque propriété séparément, pour base

d'une équation particulière, on retrouveroit, et l'équation ordinaire, et toutes les autres propriétés quelconques; de même l'ongle, l'omoplate, le condyle, le fémur, et tous les autres os, pris chacun séparément, donnent la dent ou se donnent réciproquement; et en commençant par chacun d'eux, celui qui posséderoit rationnellement les lois de l'économie organique, pourroit refaire tout l'animal. »

« Ce principe est assez évident en lui-même, dans cette acception générale, pour n'avoir pas besoin d'une plus ample démonstration; mais quand il s'agit de l'appliquer, il est un grand nombre de cas où notre connoissance théorique des rapports des formes, ne suffiroit point, si elle n'étoit appuyée sur l'observation. »

« Nous voyons bien, par exemple, que les animaux à sabots doivent tous être herbivores, puisqu'ils n'ont aucun moyen de saisir une proie; nous voyons bien encore, que n'ayant d'autre usage à faire de leurs pieds de devant que de soutenir leur corps, ils n'ont pas besoin d'une épaule aussi vigoureusement organisée : d'où résulte l'absence de clavicule et d'acromion, l'étroitesse de l'omoplate; n'ayant pas non plus besoin de tourner leur avant-bras, leur radius sera soudé au cubitus, ou du moins articulé par gynglyme, et non par arthrodie avec l'humérus; leur régime herbivore exigera des dents à couronne plate, pour broyer les semences et les herbages; il faudra que cette couronne soit inégale; et, pour cet effet, que les parties d'émail y alternent avec les parties osseuses; cette sorte de couronne nécessitant des mouvemens horizontaux pour la trituration, le condyle de la mâchoire ne pourra être un gond aussi serré que dans les carnassiers : il devra être aplati, et répondre aussi à une facette de l'os des tempes plus ou moins aplatie; la fosse temporale, qui n'aura qu'un petit muscle à loger, sera peu large et peu profonde, etc.

Toutes ces choses se déduisent l'une de l'autre, selon leur plus ou moins de généralité, et de manière que les unes sont essentielles et exclusivement propres aux animaux à sabot; et que les autres, quoique également nécessaires dans ces animaux, ne leur seront pas exclusives, mais pourront se retrouver dans d'autres animaux, où le reste des conditions permettra encore celles-là. »

« Si l'on descend ensuite aux ordres ou subdivisions de la classe des animaux à sabots, et que l'on examine quelles modifications subissent les conditions générales, ou plutôt quelles conditions particulières il s'y joint, d'après le caractère propre à chacun de ces ordres, les raisons de ces conditions subordonnées commencent à paraître moins claires. On conçoit bien encore, en gros, la nécessité d'un systême digestif plus compliqué, dans les espèces où le systême dentaire est plus imparfait; ainsi l'on peut se dire que ceux-là devoient être plutôt des animaux ruminans, où il manque tel ou tel ordre de dents; on peut en déduire une certaine forme d'œsophage et des formes correspondantes des vertèbres du cou, etc. Mais je doute qu'on eût deviné, si l'observation ne l'avait appris, que les ruminans auroient tous le pied fourchu, et qu'ils seroient les seuls qui l'auroient : je doute qu'on eût deviné qu'il n'y auroit des cornes au front que dans cette seule classe; que ceux d'entr'eux qui auroient des canines aiguës, manqueroient, pour la plupart, de cornes, etc. »

« Cependant, puisque ces rapports sont constans, il faut bien qu'ils aient une cause suffisante; mais comme nous ne la connoissons pas, nous devons suppléer au défaut de la théorie par le moyen de l'observation; elle nous sert à établir des lois empiriques qui deviennent presque aussi certaines que les lois rationnelles, quand elles reposent sur des observations assez répétées; ensorte qu'aujourd'hui, quel-

qu'un qui voit seulement la piste d'un pied fourchu, peut en conclure que l'animal qui a laissé cette empreinte ruminoit; et cette conclusion est tout aussi certaine qu'aucune autre en physique ou en morale. Cette seule piste donne donc à celui qui l'observe, et la forme des dents, et la forme des mâchoires, et la forme des vertèbres, et la forme de tous les os des jambes, des cuisses, des épaules et du bassin de l'animal qui vient de passer. C'est une marque plus sûre que toutes celles de Zadig. »

« Qu'il y ait cependant des raisons secrètes de tous ces rapports, c'est ce que l'observation même fait entrevoir indépendamment de la philosophie générale. »

« En effet, quand on forme un tableau de ces rapports, on y remarque, non-seulement une constance spécifique, si l'on peut s'exprimer ainsi, entre telle forme de tel organe et telle autre forme d'un organe différent; mais l'on aperçoit aussi une constance classique et une gradation correspondante dans le développement de ces deux organes, qui montrent, presque aussi bien qu'un raisonnement effectif, leur influence mutuelle. »

« Par exemple, le systême dentaire des animaux à sabots, non-ruminans, est en général plus parfait que celui des animaux à pieds fourchus ou ruminans, parce que les premiers ont des incisives ou des canines, et presque toujours des unes et des autres aux deux mâchoires; et la structure de leurs pieds est en général plus compliquée, parce qu'ils ont plus de doigts, ou des ongles qui enveloppent moins les phalanges, ou plus d'os distincts au métacarpe et au métatarse, ou des os du tarse plus nombreux, ou un péroné plus distinct du tibia, ou bien enfin parce qu'ils réunissent souvent toutes ces circonstances. Il est im-

possible de donner des raisons de ces rapports ; mais ce qui prouve qu'ils ne sont point l'effet du hasard, c'est que toute les fois qu'un animal à pied fourchu montre dans l'arrangement de ses dents quelque tendance à se rapprocher des animaux dont nous parlons, il montre aussi une tendance semblable dans l'arrangement de ses pieds. Ainsi les chameaux qui ont des canines, et même deux ou quatre incisives à la mâchoire supérieure, ont un os de plus au tarse, parce que leur scaphoïde n'est pas soudé au cuboïde, et des ongles très-petits avec des phalanges onguéales correspondantes. Les chevrotains, dont les canines sont très-développées, ont un péroné distinct tout le long de leur tibia, tandis que les autres pieds fourchus n'ont pour tout péroné qu'un petit os articulé au bas du tibia. Il y a donc une harmonie constante entre deux organes en apparence fort étrangers l'un à l'autre ; et les gradations de leurs formes se correspondent sans interruption, même dans les cas où nous ne pouvons rendre raison de leurs rapports. »

« Or, en adoptant ainsi la méthode de l'observation comme un moyen supplémentaire quand la théorie nous abandonne, on arrive à des détails faits pour étonner. La moindre facette d'os, la moindre apophyse ont un caractère déterminé, relatif à la classe, à l'ordre, au genre et à l'espèce auxquels elles appartiennent, au point que toutes les fois que l'on a seulement une extrémité d'os bien conservée, on peut, avec de l'application, et en s'aidant, avec un peu d'adresse, de l'analogie et de la comparaison effective, déterminer toutes ces choses aussi sûrement que si l'on possédoit l'animal entier. J'ai fait bien des fois l'expérience de cette méthode sur des portions d'animaux connus, avant d'y mettre entièrement ma confiance pour les fossiles ; mais elle a toujours eu des succès si infaillibles, que je n'ai plus aucun doute sur la certitude des résultats qu'elle m'a donnés. »

Nous

Nous n'accompagnerons pas Mr. Cuvier dans le développemens des savantes recherches qui lui fournissent des preuves physiquet et historiques irrécusables de la nouveauté de l'état actuel des continens, et au moyen desquelles il fait disparoître les contradictions que l'esprit de système s'étoit plû à forger entre les inductions scientifiques et les traditions les plus respectables. Nous laisserons de même aux géologues investigateurs à méditer les judicieuses indications que Mr. C. leur donne au sujet des recherches à faire ultérieurement dans la science qu'ils cultivent. Ce que nous avons extrait de ce Discours suffit pour donner à ceux qui ne l'ont pas lû une idée de sa profondeur et de sa haute utilité.

ARTS MECANIQUES.

De l'emploi de la méthode de Jessop et de celle de Varnhagen dans les carrières de Soleure.

En rendant compte, dans notre Cahier d'Août (1), de la première journée de la onzième session de la Société Helvétique, nous avons décrit sommairement l'emploi que l'on fait dans les carrières de Soleure de la méthode de Jessop pour le bourage des mines. Nous devons la Note suivante à l'obligeance du Président même de la Société, qui a suivi avec attention les travaux d'exploitation de ces carrières: elle contient des détails intéressans sur cette méthode et sur celle de Varnhagen.

---

(1) T. XXIX; p. 326.

» La méthode de Jessop, dans laquelle la simple superposition d'une couche de sable remplace le bourage ordinaire des mines, présente dans l'exploitation des carrières de Soleure, un avantage qu'on n'obtenoit d'aucune des méthodes employées auparavant. Le coup de mine détache souvent un bloc considérable, en le séparant de la carrière, d'un intervalle seulement de quelques lignes ou un pouce. La subdivision et le dégrossissement d'une pareille masse, dans cette situation, présenteroient beaucoup de difficultés et exigeroient du temps. Il suffit alors d'introduire une seconde charge dans le même trou de mine, et dans la fente formée de part et d'autre de ce trou par la première explosion, et de la recouvrir de sable dans toute l'étendue de cette ouverture. L'explosion de cette seconde charge trouve encore assez de résistance pour pousser horizontalement le bloc détaché de 1, 2, 3 et jusqu'à 4 pieds hors de son lit, sans le briser, ni l'endommager le moins du monde. Dans cette nouvelle position, le transport et la mise en œuvre sont devenus infiniment plus faciles. »

» Le 24 septembre j'assistai à une double explosion de ce genre dans la carrière affermée à M.e J. Müller. Le trou de mine avoit 3½ pouces (1) de diamètre, et 14½ pieds de profondeur. La première charge, de 18 livres de poudre, le remplissoit jusqu'à une hauteur de 8 pieds: le reste, c'est-à-dire, une hauteur de 6½ pieds fut rempli d'un sable sec à gros grains. L'explosion ne produisit qu'un bruit sourd. Le bloc fut séparé de la carrière par une fente de

(1) Les mesures employées ici sont celles de Berne. Le pied de Berne contient 11 pouces 1 ligne, mesure de France, soit, 0,3 m. La livre est de 17 onces poids de marc, soit, 520,1 gr. La *mesure* de capacité, est le quart du *mutte*, soit 1985,6 pouces cubes, ou 39,38 litres. (R)

deux ou trois lignes. La seconde charge fut de 15 livres; elle ne remplit qu'une hauteur de 2 pieds : il fallut environ 4 mesures de sable, pour remplir le reste du trou et la fente avec laquelle ce trou communiquoit. La seconde explosion ne produisit encore qu'un bruit sourd ; le bloc fut poussé de 4 pieds, loin de la parois de rocher dont il avoit été détaché; et cela sans recevoir la moindre atteinte. Ce bloc avoit 14½ pieds de haut, 16 pieds de large et 21 de long : il contenoit donc 5568 pieds cubes, et comme le pied cube de cette pierre, pèse 130 livres, son poids total étoit de 723 840 liv. de ce poids. Encore brut, les ouvriers l'estimoient du prix de 800 francs de Suisse. (1) »

» J'ai mis à l'essai la méthode communiquée par Mr. Varnhagen du Bresil, dans la carrière de Me Schreiber, le 29 décembre 1824. »

» On introduisit dans un trou de mine de 3½ pouces de diamètre, et de 13 pieds de profondeur, un mélange formé de 5 livres de poudre, et d'une quantité, égale en volume à deux fois celui de la poudre, de sciure de bois de sapin, un peu humide, et assez fine pour passer au travers d'un tamis percé de trous de 2 lignes de diamètre. Ce mélange légèrement pressé remplit le trou jusqu'à une hauteur de 7½ pieds : après y avoir placé une mèche, on y versa du sable jusqu'à ce que les 5½ pieds de vide qui restoient, fussent comblés. Au rapport unanime du maître et des ouvriers, l'explosion eut un effet aussi complet et aussi satisfaisant, que l'auroit eu une mine chargée de 12 livres avec la méthode employée jusqu'alors. Le bloc détaché avoit 26 pieds de long, 13 de haut, et 11 de large : il contenoit ainsi 3718 pieds cubes. Il fut séparé de la parois du rocher d'un intervalle de 9 pouces. »

---

(1) Environ 1200 fr. de France. (R)

» Les maîtres tailleurs de pierre de nos carrières se trouvent si bien de la méthode simple de Jessop, qu'ils n'admettront pas facilement une nouvelle idée. Cependant avec du temps et de la peine, je pousserai plus loin le procédé de Varnhagen, et j'espère l'introduire une fois dans toutes nos exploitations : je ne réussis, il y a quelques années, à faire adopter celui de Jessop, que par beaucoup de persévérance, et en m'engageant auprès des ouvriers à leur remplacer la poudre, qui seroit employée dans des essais infructueux. »

Soleure, 3 *Octobre* 1825.

PFLUGER, *Pharmacien.*

OUVERTURE D'UNE ROUTE EN FER, destinée aux voitures à vapeurs, établie dans le Comté de Durham en Ecosse.

Moniteur du 31 *Octobre* 1825.

L'OUVERTURE du chemin de fer du Comté de Durham en Ecosse fera époque dans l'histoire de l'industrie : des notes prises sur les lieux par des gens de l'art qui ont suivi les mouvemens de cette opération nous mettent à même d'en rendre un compte assez fidèle.

La partie occidentale du comté de Durham, si riche dans toute son étendue en minérai de fer et en mine de charbon de terre, n'avoit pu jusqu'à ce jour être utilement exploitée faute de moyens de communication. Une compagnie s'est formée pour l'établissement du chemin de fer dont il s'agit. Ce chemin remonte dans la direction de l'ouest jusqu'à West-Auckland à environ neuf milles de Darlington, et descend vers l'est, de Stockton à Yarm distant de quatre à cinq milles; il réunit les deux embranchemens de la grande route de

Londres à York, laquelle, à dix-huit milles au nord de cette dernière ville, se partage en deux autres grandes routes conduisant, l'une aux ports de Sunderland et Northfields, et l'autre à Durham, Newcastle et Edimbourg.

Cette nouvelle communication ouvre au minerai de fer, au charbon, au plomb, aux sels, aux ardoises, pierres de taille, bestiaux et autre produits de la totalité du comté de Durham, des moyens d'exportation par mer, ou par les routes et les canaux de l'intérieur : elle affranchira la ville de Londres, le grand comté d'York, plusieurs comtés de l'intérieur, et en partie l'Ecosse, de la dépendance de Newcastle; elle doit amener une assez forte réduction dans le prix de ce précieux combustible qu'il est si important de tenir à un taux modéré, pour l'in*rêt de la consommation domestique et pour celui de l'industrie manufacturière de la Grande-Bretagne.

Les opérations préliminaires à l'établissement de ce chemin ont été dirigées par un très-habile ingénieur de Newcastle. Il consiste en une seule ligne, de vingt-cinq milles de développement, dans la direction de l'ouest à l'est, à partir des mines de charbon voisines de *Wilton-Park*, et *Estherly* près de West-Auckland, jusqu'à Yarm, etc.

Les bandes parallèles du chemin sont en fer travaillé : on n'en employe guère d'autres depuis qu'on a reconnu leur supériorité sur le fer de fonte. Elles sont en effet moins cassantes, plus faciles à réparer, se prêtent plus aisément à toute espèce de courbure, et l'on peut tirer partir des vieilles bandes tandis que la vieille fonte n'est d'aucune valeur. Les bandes à rouages angulaires (appelées en anglais *tram-rail*) ont été long-temps préférées aux bandes saillantes (nommées *edge-rail*). Les rouages angulaires consistent en deux bandes plates, parallèles, à rebord intérieur, qui sert à contenir et à diriger les roues; les barres saillantes n'ont point

de rebord semblable à moins que leur surface ne soit plane; on leur donne le plus communément une forme convexe, et on donne une forme concave correspondante aux jantes qui s'engagent dans cette courbure. Cette dernière forme, généralement adoptée par les ingénieurs écossais, a fini par l'être dans le reste de la Grande-Bretagne comme occasionnant moins de friction et de résistance, et étant moins sujette à retenir la boue et la poussière; c'est aussi celle qu'à préférée l'ingénieur du chemin de Durham.

Les travaux ont été poussés par la Compagnie avec une rare célérité. Dix-huit mois ont suffi pour les opérations préliminaires et l'entière confection du chemin, ainsi que de l'appareil moteur, de ses dépendances, et du convoi de transport destiné à faire à l'avenir le service de cette importante communication. Nous allons tâcher de donner une idée des prodiges de ce service.

C'est le 27 septembre dernier que les actionnaires du chemin en fer de Stockton et Darlington en ont fait la solennelle ouverture. Un programme avoit indiqué long-temps à l'avance le jour de la cérémonie et le point de réunion. Le temps étoit superbe, une multitude considérable de piétons, d'hommes à cheval, de voitures de toute espèce, bordoit sur toute sa longueur les deux côtés de la ligne de fer.

Nous ferons remarquer ici qu'au point de départ, à l'extrémité occidentale de la ligne à parcourir, se trouvent une chaîne de collines et un ravin profond que le chemin devoit traverser. On établit à cet effet deux machines à vapeur à demeure au sommet du revers de chacun des deux escarpemens parallèles formant le ravin. La machine placée sur le sommet occidental porte le nom d'*Estherly*, celle qu'on a établie sur le sommet oriental se nomme *Brusselton*. L'une et l'autre servent à transporter les voitures chargées par dessus les deux escarpemens. La machine à vapeur, placée à *Brus-*

selton, fait la reprise du convoi de voitures à son arrivée à West-Auckland, et continue le transport jusqu'au bas du revers oriental. A partir de ce point, dans la direction de l'est, on employe l'appareil moteur (en anglais *self-moving power*), qui trouve peu de résistance à vaincre, le mouvement du pays étant légèrement ondulé et ne présentant à l'œil qu'une surface à-peu-près unie.

Le comité des actionnaires propriétaires s'étoit réuni le 27 septembre, à huit heures du matin, à la machine stationnaire de Brusselton, près de West-Auckland, à environ neuf milles à l'ouest de Darlington. Le convoi de voitures avoit franchi l'escarpement de l'ouest, il lui restoit à franchir celui de l'est. Enlevé par la machine à vapeur de Brusselton, le convoi parcourut en sept minutes et demie les 1 960 mètres du premier revers, et descendit en cinq minutes seulement les 880 mètres du revers opposé. Il arriva sans le moindre accident au pied du plan incliné. L'appareil moteur, construit avec le plus grand soin, se trouvoit prêt à recevoir la série des transports : on l'y attacha de suite, et tout se trouva dans l'ordre suivant :

1°. L'appareil moteur monté par l'ingénieur et ses contre-maîtres ;

2°. Un fourgon de tête avec un approvisionnement de charbon et d'eau.

Venoit ensuite une voiture élégante et couverte, où se trouvoient le comité et d'autres propriétaires actionnaires (cette voiture est destinée à faire le service de diligence entre Darlington et Stockton); elle étoit suivie de vingt et un grands chariots qu'on avoit disposés pour recevoir des passagers ; enfin le convoi se trouvoit complété par six fortes voitures entièrement remplies de charbon ; le tout formoit, sur un développement d'au moins quatre cents pieds, une suite de trente-huit voitures, sans y comprendre l'appareil moteur et le fourgon.

On n'avoit distribué que trois cents billets d'admission pour les passagers; mais la foule et l'empressement de joindre le cortège étoient tels, qu'en un clin-d'œil toutes les voitures, vides ou chargées, se trouvèrent remplies et couvertes de monde.

Le signal donné, le cortège partit comme un trait avec cet immense train de voitures et cette énorme charge d'approvisionnement de marchandises et de passagers. Jamais spectacle ne fut plus animé et d'un plus imposant intérêt. Des milliers de cavaliers et de voitures élégantes et légères s'efforçoient en vain de suivre le moteur et son cortège; ils descendirent rapidement la pente douce et rarement interrompue qui les portoit vers Darlington; les variations de niveau, quoique peu sensibles, en apportoient cependant dans le mouvement de progression. On crut devoir constater les différences et déterminer le degré de célérité qu'on pouvoit admettre sans courir de risque : on a trouvé que souvent la vitesse étoit de douze milles à l'heure; elle a été pendant un court espace, aux approches de Darlington, dans la proportion de quinze milles, et cela lorsque le nombre des passagers s'élevoit jusqu'à quatre cent cinquante, dont la charge, jointe à celle du charbon, de l'eau, des marchandises et des voitures ne pouvoit être au-dessous de 90 tonneaux pesant, ou plus de 200 milliers.

Quoique la calvacade eût fait plusieurs pauses dans le trajet, elle parcourut en 65 minutes les huit milles trois quarts de distance depuis le point de départ; c'étoit environ huit milles à l'heure.

On détacha du cortège six voitures de charbon destinées pour Darlington. On prit un supplément d'approvisionnement d'eau et de passagers auxquels se joignit une bande de musiciens, et l'on se remit en route.

Une partie du terrain entre Darlington et Stockton n'a-

voit qu'une pente presque insensible, et sur plusieurs points on la trouve parfaitement de niveau. Cette disposition donnoit les moyens de faire une autre expérience d'un grand intérêt. On avoit profité de la pente du terrain supérieur pour mesurer la vitesse possible et sûre de l'appareil moteur. On voulut constater, sur une surface plane, quel seroit le rapport du poids de la charge et de la résistance des surfaces, et avec quel degré de puissance le moteur pourroit y traîner une charge aussi énorme; le résultat surpassa de beaucoup l'attente et les calculs des hommes de l'art les plus expérimentés: le cortège fit en trois heures sept minutes le trajet de Darlington à Stockton, y compris les passes. La distance étant de près de douze milles, c'étoit en raison de quatre milles à l'heure. Le passage de la cavalcade sous les ponts couverts de spectateurs, étoit d'une incroyable rapidité, et il laissoit une profonde impression d'admiration et de terreur. (En Ecosse on rencontre souvent des ponts jetés sur des ravins.)

Un effet d'une autre espèce offroit un singulier contraste: à l'approche de Darlington, le chemin de fer court parallèlement à la grande route, à quelques mètres de distance; le cortége atteignit et passa rapidement quelques-unes des diligences qui fréquentent cette route; les passagers de part et d'autre échangeoient à l'ordinaire leurs acclamations; mais les uns et les autres étoient frappés de l'énorme différence des deux puissances, de la supériorité de la vapeur sur les chevaux, de celle de l'appareil moteur et de ses deux cents milliers de chargement, sur la diligence avec ses quatre chevaux et ses seize passagers.

Ces grandes masses, mobiles, supportées par des roues dures, unies, cylindriques, glissant pour ainsi dire majestueusement et sans efforts sur des bandes également dures, de niveau et droites, annoncent une ère nouvelle dans cet

âge de découvertes et de perfectionnemens; on en peut attendre avec confiance des avantages incalculables.

Un chemin semblable à celui-ci va s'établir entre le port de Leith et celui d'Ardrossan par Glasgow et Paisley. Les ingénieurs calculent qu'ils pourront faire parcourir 15 milles par heure, à leurs transports, sur cette nouvelle route; et comme elle servira également de communication entre Edimbourg et Glasgow, il deviendra possible, après avoir déjeûné à Edimbourg, d'y revenir dîner le même jour, après avoir été à Glasgow et y avoir donné deux heures à ses affaires.

MÉLANGES.

NOTICE SUR LA ONZIÈME SESSION DE LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES réunie à Soleure, les 27, 28, et 29 juillet 1825.

(*Troisième et dernier article.* *Voy. p.* 158 *de ce vol.*)

TROISIÈME JOURNÉE. On fait lecture d'un Mémoire de Mr. le Dr. Prevost de Genève, *Sur la génération chez les moules des peintres* (*mya pictorum*). Les observations de l'auteur l'ont conduit à ces deux conclusions. — 1.° Le liquide blanc secrété par les organes générateurs d'une moitié des individus parmi les moules des peintres, a trop d'analogie avec le sperme des vertébrés, pour qu'on ne soit pas conduit à le regarder comme une substance appelée à jouer le même rôle; — 2.° On ne trouve pas les œufs et la liqueur séminale réunis sur le même sujet: les sexes doivent donc être séparés, contre l'opinion généralement admise que tous les mollusques acéphales sont androgynes. Mr. Prevost a vérifié ces conclusions par des expériences directes. Des moules à ovaires, isolées dans un baquet, ont pondu au bout d'environ un

mois, des œufs stériles, qui ont été rejetés des branchies défigurés et demi-distincts : des moules à sperme, isolés dans un autre baquet, ont conservé presque tout ce liquide, qui gonfloit fortement leurs organes générateurs. Ces moules des deux sortes réunies ensemble, ont produit des œufs féconds. L'auteur ne peut fournir que des conjectures sur le mode de la fécondation. (1)

On lit une Notice de Mr. Benoit du Canton de Neuchatel, sur un veau-genisse, à cinq pieds, né dans la commune de Ponts-de-Martel. Cet animal monstrueux étoit de la grosseur d'un veau de deux mois lorsqu'il a été mis bas. Tout son corps est bien constitué à l'exception du train de derrière. Ici la queue est posée très-haut et se dévie pour laisser place à une cinquième jambe, pendante au lieu de l'anus, un peu courte et terminée par un pied à deux ergots tourné en arrière. Des deux côtés de cette jambe sont deux anus dont les excrétions diffèrent, et au-dessus de chacun de ces anus, est un orifice sexuel par lequel sortent les urines. Contre le haut de la jambe, se trouve d'un des côtés, un appendice charnu, dans lequel on sent deux testicules de grosseur inégale. Enfin on trouve à la fois sous le ventre une mammelle et la trace du nerf urinaire.

Mr. le chanoine Hugi, de Soleure, communique à la Société deux Mémoires.

—1.° Le premier contient des observations sur les formes des cristaux du givre. L'auteur a reconnu que ces formes varient selon que la température sous l'influence de laquelle les cristaux se sont formés, varie elle-même entre — 2 et — 10°R. Il arrive même quelquefois que lorsque des températures diverses se sont succédées, dans ces limites, les cristaux des différentes formes correspondantes sont successivement

(1) Le Mémoire de Mr. le Dr. Prevost s'imprime dans le T. III des Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. Natur. de Genève.

superposés. L'octogone paroît être la base de toutes les formes du givre.

—2.° Le second Mémoire traite de la structure géologique du Jura. L'auteur y décrit la série des formations anciennes et nouvelles de cette chaîne, les couches qui le composent, la triple répétition de ces couches, et les pétrifications qu'elles contiennent. Le Mémoire est accompagné de deux dessins représentant des coupes du Jura.

Mr. De Candolle fait connoître la substance de trois Mémoires trop étendus pour être lus dans leur entier.

Le premier est une Notice sur la propriété médicale du principe gras des bourgeons de la fougère, par Mr. Peschier, pharmacien de Genève (1).

Le second, de Mr. le Dr. Gosse, de Genève, est intitulé, *Considérations générales sur les maladies rhumatiques ou rhumatoïdes*. L'auteur, cherchant à remonter aux causes de ces maladies, admet l'existence d'un fluide nerveux, qui peut s'accumuler ou être modifié dans certaines circonstances, et déterminer divers phénomènes physiologiques ou pathologiques. L'influence des variations brusques de température sur la peau et les membranes muqueuses lui paroît être la seule cause déterminante, et la foiblesse et l'ataxie nerveuses leurs causes prochaines : les causes prédisposantes sont nombreuses et toutes débilitantes. Le siège principal de la fièvre est pour lui la moëlle allongée, et il distingue la fièvre essentielle, des fièvres symptomatiques. Dans un article intitulé *Anatomie pathologique*, l'auteur étaie sa théorie de faits positifs tirés de sa pratique. Il indique le traitement des divers cas, et termine son Mémoire par un exposé des maladies qui rentrent dans la classe des rhumatoïdes et qui composent les deux tiers de la pathologie médicale.

---

(1) Voyez plus haut, page 205.

Le troisième Mémoire, qui traite des lenticelles des arbres, est de Mr. De Candolle lui-même. L'auteur y prouve que les racines sortent toujours par les organes connus sous le nom de *glandes lenticulaires*, et qu'il nomme *lenticelles.* Lorsque l'on place dans l'eau une branche de saule mastiquée à sa section avec de la cire molle, il ne sort point de racines : si l'on dégage la section, et que l'on applique la cire sur les lenticelles, les racines en sortent également en soulevant cette cire. C'est donc par la section de la branche que se fait l'absorption du liquide, mais les racines se développent toujours en certains points déterminés, qui sont pour elles, ce que les bourgeons sont pour les branches. Ces faits se démontrent d'une manière élégante, lorqu'on teint en rouge l'eau où plonge la base de la branche. L'auteur ajoute un grand nombre de détails sur les différences que présentent les lenticelles des diverses classes de végétaux.

L'impression d'un catalogue exact des Membres actuels de la Société, est renvoyé aux Présidens des deux dernières sessions.

La Société Cantonale de Zurich est spécialement chargée d'examiner quel est le meilleur mode à adopter pour l'impression des Mémoires de la Société Helvétique, dont jusqu'à présent les travaux n'ont été publiés que par extraits rapides, dans les journaux périodiques : elle présentera, sur cet objet, un plan d'exécution, dans la session de 1826.

On lit le Rapport de la Société Cantonale d'Arau. Cette Société s'est occupée avec activité de l'aménagement des forêts, ainsi que des sources minérales et des bains que renferme son Canton. Elle a entendu plusieurs lectures intéressantes, sur la mine de sel de Glauber, qui a été trouvée récemment près de Mühlingen, sur les modifications que subit le son dans l'eau, sur la détermination de la température moyenne d'un lieu, d'après sa latitude, sa longitude et sa hauteur au-dessus de la mer, etc.

Le Rapport de la Société Cantonale de Soleure fait connoître que cette Société, formée en août 1823, compte actuellement 16 Membres, parmi lesquels MM. Hugi et Roth, ont déjà exploité avec zèle et un grand succès, sous le rapport minéralogique et botanique, toute la région du Jura voisine de Soleure, et ne cessent point d'étendre leurs utiles investigations.

Mr. le professeur Chavannes présente à la Société un instrument rapporté d'Angleterre par Mr. le Dr. Verdeil fils, et destiné à retirer de l'estomac les substances vénéneuses liquides, lorsqu'il est impossible d'en provoquer le vomissement.

Mr. le Lt-Col. Fischer, Président de la session de Schaffouse, rend à la Société un compte fort intéressant des observations qu'il vient de recueillir dans un voyage en Angleterre, sur les progrès des arts industriels dans ce pays.

Mr. le Président déclare la session de 1825 terminée.

Après le repas, une partie des Membres prennent congé, tandis que les autres emploient le reste de la journée à une course au Weissenstein, sommité du Jura voisine de Soleure, de laquelle on jouit du magnifique coup-d'œil de l'immense série de pointes couvertes de neige, que présente la chaîne des Alpes, du Tyrol aux frontières de France. Le plus grand nombre passent la nuit dans l'auberge ou chalet établi sur la montagne, pour assister, le lendemain matin, au pompeux spectacle qu'y offre le lever du soleil.

Quelques détails sur la dernière expédition au Mont-Blanc de Mr. le Dr. Clark et du Capit. Sherwill

Depuis quelque temps Mr. le Dr. Edmund Clark avoit formé le projet de tenter l'ascension du Mont-Blanc; comme ce voyage avoit un but de simple curiosité, il ne voulut l'accomplir qu'autant que les circonstances seroient assez favorables, pour ne pas exposer à de grandes chances et ses guides et lui-même; il s'en remit donc entièrement là-desus au jugement des hommes les plus expérimentés du Prieuré.

M. Clark avoit inutilement cherché pendant son séjour à Genève un compagnon de voyage; la veille du jour fixé pour le départ, le capitaine Markham Sherwill, de Fontainebleau, proposa au docteur de se joindre à l'expédition; on pense bien, qu'il fut accueilli avec empressement.

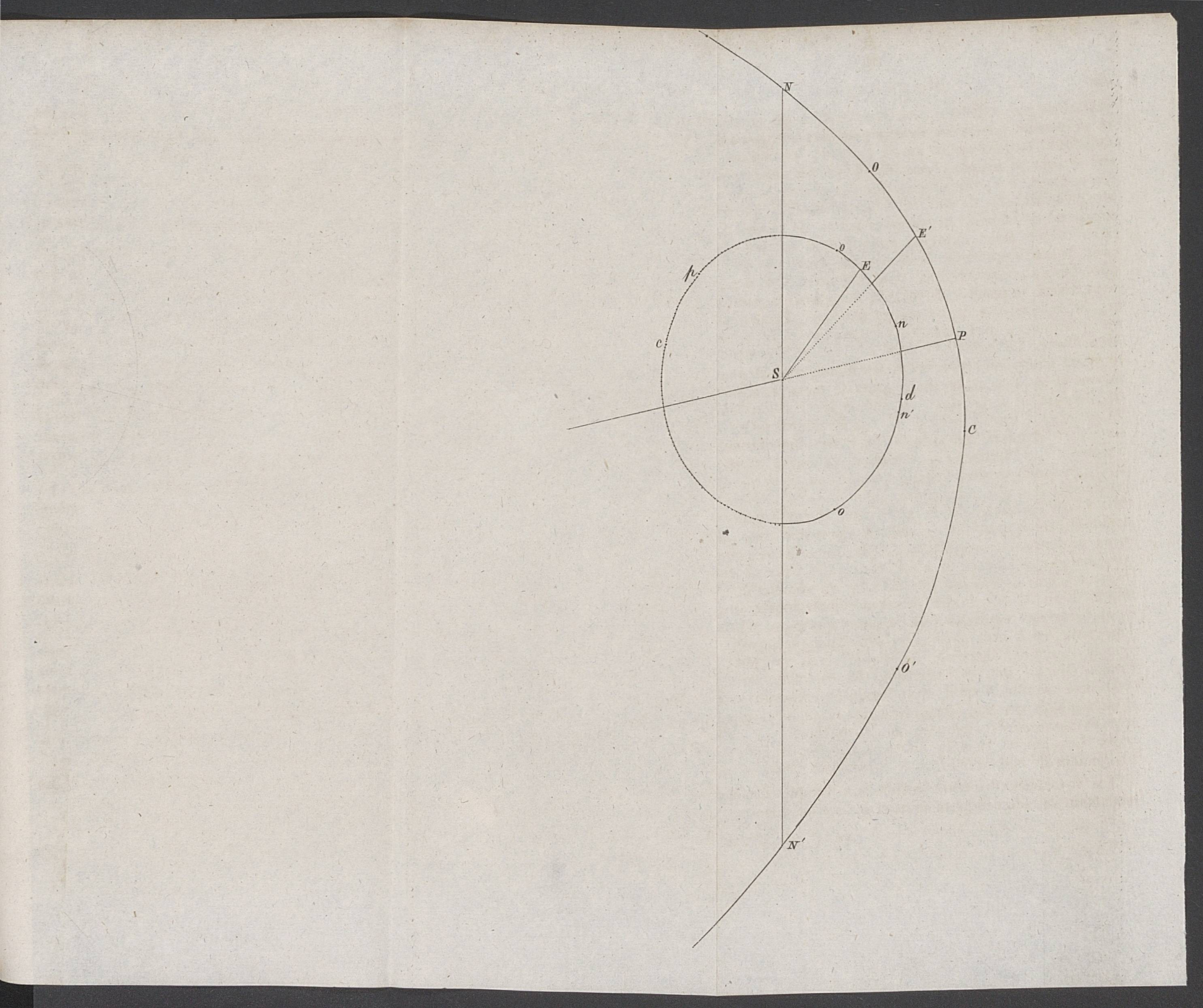
Le jeudi 25 août, vers les sept heures du matin, nos voyageurs se mirent en route, accompagnés des sept guides suivans : Joseph-Marie Couttet, qui avoit déjà été trois fois au sommet du Mont-Blanc; Siméon Dévuasson; Pierre Tairraz le jeune; ces guides avoient fait une fois le même voyage; Julien Dévuasson, Pierre-Joseph Simond; Simon Tournier; Michel Dévuasson; le plus jeune de ces guides avoit 26 ans, le plus âgé 38.

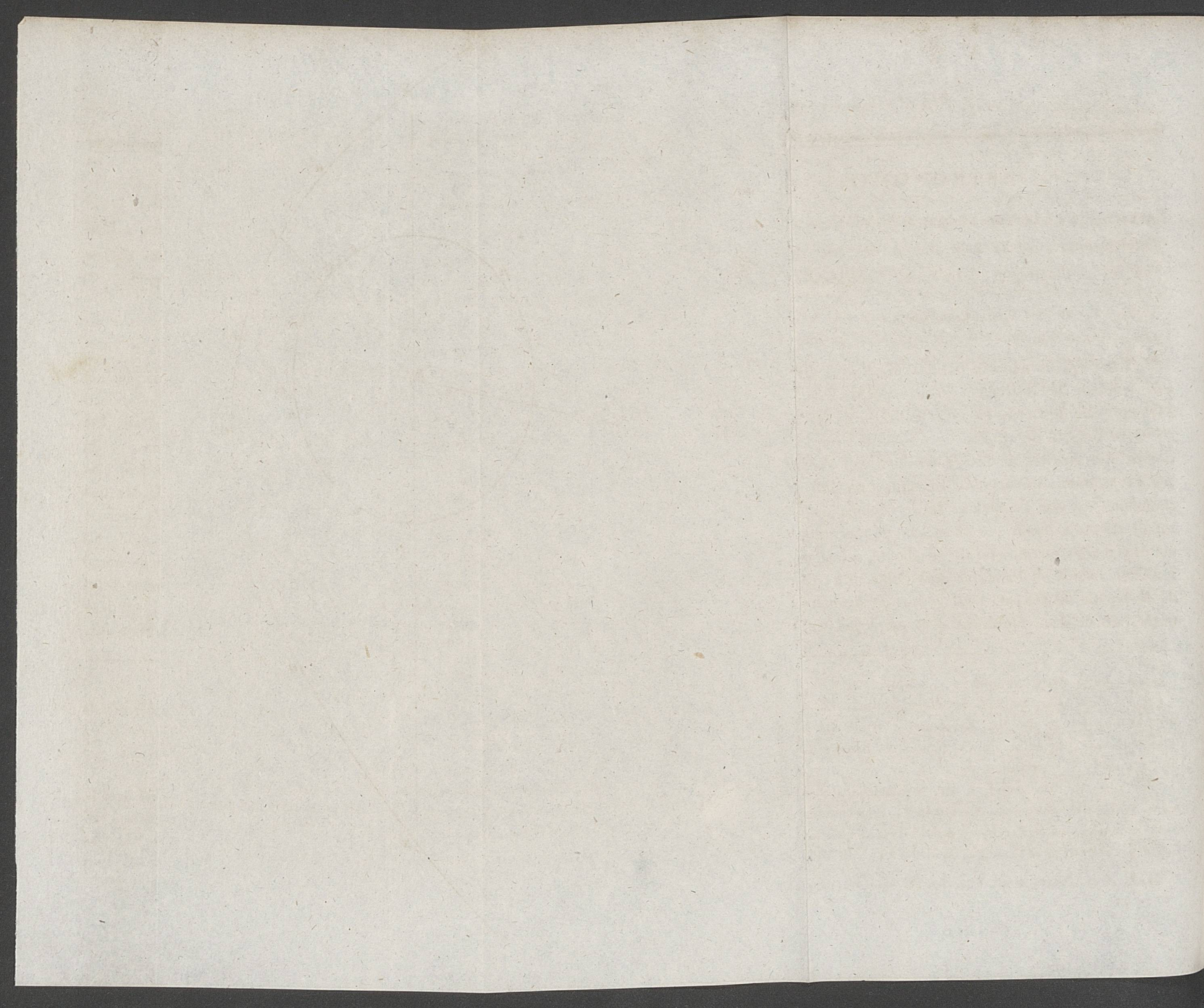
Arrivés à Pierre-Pointue on quitta les mules; bientôt l'on gagna la moraine du glacier, auprès de laquelle on consacra quelques instans au déjeûner. Avant de se remettre en route, Mr. le Dr. Clark observa le pouls de quelques personnes de l'expédition; son accélération varioit entre 4 et 30

pulsations par minute; cette accélération ne paroissoit pas en proportion directe ou inverse avec la force musculaire des individus. Arrivés sur le grand plateau, les rayons du soleil étoient si ardens, que Mr. Clark fut obligé de quitter son spencer. Il éprouvoit à la face une cuisson des plus pénibles; il avoit assez de soif, et se rafraîchissoit fréquemment en mangeant de la neige et quelques grains de raisin. Sa respiration n'étoit point changée, mais il étoit accablé. Le capitaine Sherwill éprouvoit beaucoup de nausées et de l'oppression. On s'assit sur la glace pour déjeûner. On mangea fort peu. Simon se plaignit de mal de tête. Arrivés près des Petits Mulets, le vent devint fort et très-froid. Enfin, à 3 heures 5 minutes, nos voyageurs atteignirent le sommet du Mont-Blanc. Le baromètre étoit à 15 p. 9 l. et 6,10; dans le même temps on l'observoit à Chamouny, où il étoit à 25 pouces et $\frac{1}{10}$. Les observations faites le même jour au Grand St. Bernard et à Genève, donnèrent les résultats suivans; 21 pouces, 1 lig. $\frac{7}{10}$ et 27 p. 0, $\frac{13}{16}$. Le thermomètre exposé au soleil donnoit un demi-degré au-dessous de zéro: à l'ombre à Chamouny, il atteignoit 14 degrés. A 2 heures de l'après-midi le thermomètre s'élevoit au St-Bernard à 10° au-dessus de zéro; au jardin botanique de Genève à 19. Mr. Clark éprouvoit de la gêne dans la respiration, même lorsqu'il cessoit tout mouvement. Il éprouvoit dans la poitrine une sensation semblable à celle qui précède l'émophtisie, maladie à laquelle il a été assez sujet dans sa jeunesse. Il ne crachoit cependant pas de sang au sommet du Mont-Blanc. L'un de ses guides ayant accidentellement reçu un coup sur le nez perdit un peu de sang, qui parut d'une couleur plus noire qu'à l'ordinaire. Mr. Clark éprouvoit, ainsi que le capitaine Sherwill, un violent mal de tête; leurs visages étoient pâles et contractés. Le capitaine parla d'une singulière sensation qu'il avoit éprouvée près du sommet; il lui sembloit que son corps avoit une élasticité et une légèreté extraordinaires, que ses pieds touchoient à peine la terre. Les guides étoient, en général, très-fatigués, et se plaignoient de mal de tête.

Nos voyageurs revinrent coucher aux Grands Mulets. Le lendemain ils redescendirent sains et saufs à la vallée.

Ch. COINDET.


N
o
E'
o
E
p
n
P
c
S
d
n'
C
o
O'
N'



ASTRONOMIE.

Extrait d'une lettre de Mr. J. F. W. Herschel a Mr. Schumacher, sur la comparaison des télescopes catoptriques et dioptriques. (*Astronom. Nachrichten*, N.° 85.)

.... Les détails que m'a transmis Mr. Struve sur le pouvoir extraordinaire de l'instrument construit par Mr. Fraunhofer pour l'Observatoire de Dorpat (1), sont entièrement satisfaisans. Un télescope capable de séparer les étoiles de ω du Lion, et de donner des mesures de leur écartement qui s'accordent entr'elles pendant plusieurs nuits de suite, ne doit laisser aucun doute sur son excellence. Je ne connois jusqu'à présent qu'un télescope dioptrique au moyen duquel cette étoile ait été vue double : c'est celui de Lerebours, actuellement monté à l'Observatoire de Paris, et dont l'objectif a, comme celui de la lunette de Dorpat, neuf pouces de diamètre, sur lesquels huit et demi seulement sont employés (2). Mais Mr.

(1) V. p. 3 de ce volume.

(2) V. T. XXIX, p. 111 de notre Recueil. Les objectifs de Mr. Fraunhofer et de Mr. Lerebours, n'ont été surpassés en grandeur que par celui de 11 pouces 2 lignes, présenté par Mr. Cauchoix à l'exposition de 1823.

Une lettre de Mr. South à Mr. Schumacher, insérée dans la même feuille des *Astronom. Nachrichten*, renferme les détails suivans sur le télescope de Lerebours, dont il est ici question. « Le diamètre de l'objectif de ce télescope, mesuré à nu, » dit Mr. South, » est

Struve, avec son instrument, a découvert des étoiles doubles beaucoup plus serrées encore que ω du Lion.

Je désire cependant combattre l'opinion erronée que pourroient adopter ceux qui ont lû le Mémoire de Mr. Fraunhofer, relativement à la grande infériorité des télescopes catoptriques comparés, quant au pouvoir optique, aux lunettes achromatiques en général, et spécialement à celles qui sont construites avec la délicatesse qui distingue l'instrument de Dorpat. Ceux qui connoissent la perfection des réflecteurs newtoniens d'Amici, n'admettront pas aisément cette infériorité: mais ils se sentiront plutôt disposés à faire des vœux pour qu'on essaie de rendre ces admirables instrumens plus propres aux observations exactes de l'astronomie: objet que l'on a, ce semble, trop aisément perdu de vue.

Les expressions de Mr. Fraunhofer, lorsqu'il parle de la

---

d'au moins 9,2 pouces *anglais*, dont 8,4 seulement sont découverts: la longueur de son foyer est de 11 pieds. Les grossissemens que j'en ai obtenus dans la nuit du 15 mars dernier, étoient de 136,153,224,240,420 et 560 fois. Tous ces grossissemens, excepté le dernier qui par oubli ne fut pas employé, me permirent de voir Vénus avec une grande netteté dans le milieu de la nuit; Jupiter et Saturne se voyoient par conséquent très-bien. Les deux étoiles de Castor, de γ du Lion, de ζ d'Orion, se montrèrent aussi rondes que possible avec un grossissement de 240, de 420 et de 560: avec celui de 420, ω du Lion présentoit sur un côté, une étoile d'un bleu léger, qui ne pouvoit échapper à l'observateur même le plus inattentif; avec le grossissement de 560, les deux étoiles se voyoient admirablement bien. Si un appareil micrométrique eût été adapté à l'instrument, on auroit pu prendre avec la plus grande facilité des mesures de position et de distance...... Le pied sur lequel la lunette est montée, ne permet pas de lui donner un mouvement équatorial.»

perte de lumière qui a lieu dans la réflexion des miroirs métalliques, me semblent être un peu trop fortes. Il remarque que « les » miroirs métalliques les plus parfaits ne réfléchissent qu'une » foible portion de la lumière incidente et absorbent le reste ;» et que par conséquent, « la lumière qui parvient alors à l'œil de l'observateur a peu d'intensité (1). » Cependant un miroir métallique réfléchit 0,673 de la lumière incidente, ou plus des deux tiers de cette lumière, et en absorbe ainsi à peine un tiers. Mr. F. paroît plutôt avoir eu en vue la construction newtonienne dans laquelle deux miroirs métalliques sont employés et où la quantité de lumière qui est finalement réfléchie n'est que 0,452 de la lumière incidente. Aucun de ceux qui ont été comme demi-aveuglés par l'apparition de Sirius ou de la Lyre dans le champ de l'un des télescopes réflecteurs de 20 pieds, de mon père, ne dira que l'intensité de la lumière qu'ils renvoyoient étoit foible : ou, pour ne point aller à l'extrême, aucun de ceux qui se servent des réflecteurs newtoniens de 12 pouces d'ouverture, construits par Mr. Amici, ne sera disposé à accuser ces instrumens éminemment commodes, de manquer de lumière. Le télescope dont se servoit mon père dans ses *revues* du ciel étoit un réflecteur newtonien de sept pieds de foyer, et de six pouces d'ouverture seulement, équivalant par conséquent, toutes choses d'ailleurs égales, à une lunette achromatique de 4.254 pouces anglais, ou de 3.99 pouc. de Paris, qui ne pourroit entrer en aucune manière en comparaison avec les lunettes de sept ou neuf pouces de Mr F. véritables chefs-d'œuvre de l'art. Maintenant on se rappellera que ω du Lion a été reconnue double par mon père, et qu'il mesura son angle de position avec un grossissement de 460 fois.

(1) P. 5 de ce volume.

Pour démontrer la supériorité des télescopes dioptriques, sur les catoptriques, Mr. F. a choisi l'exemple de ζ du Bouvier, que mon père a décrite comme une étoile double de 6.me classe (N.° 104), dans son catalogue des étoiles doubles, sans mentionner la séparation de la plus grosse des étoiles en deux autres, séparation qui en fait une étoile double de 1.re classe. Mais c'est une circonstance qui pourroit aisément échapper dans une revue du ciel, par un temps qui ne seroit pas tout-à-fait favorable. La subdivision de l'étoile est au moins aussi difficile à apercevoir que celle de η de la Couronne, et plus difficile que celle de σ, pour lesquelles, quelque parfait que soit l'instrument, un état tout-à-fait favorable de l'atmosphère est indispensable. Cependant, de cette omission Mr. F. conclut que le pouvoir du télescope étoit insuffisant pour faire voir la subdivision dont il sagit, et qu'en conséquence il devoit être inférieur à celui d'une lunette achromatique qui est entre les mains de Mr. Bessel, et au moyen de laquelle cet habile astronome a reconnu l'étoile en question pour une étoile double. On verra dans le Mémoire sur les étoiles doubles, publié en dernier lieu dans les Transactions Philosophiques par Mr. South et moi, que dès long-temps cette étoile a été reconnue pour être double, non-seulement par Mr. Bessel, mais par MM. Struve, Pond, South, et, ce qui importe pour le sujet qui nous occupe, par Sir W. Herschel lui-même. Ce n'est que par inadvertance que nous avons omis dans cet ouvrage de renvoyer à ce qu'il a dit lui-même dans son Mémoire sur les lieux de 145 nouvelles étoiles doubles, inséré dans le T. I.er des Transactions de la Société Astronomique (p. 178), et qui fut lu le 8 juin 1821. Il ne sera pas hors de propos de rapporter textuellement le passage en question.

« (114) Journal. Avril 5. 1796. — Réflecteur de 7 pieds; « grossissement 460. (ζ) du Bouvier : double de 1re classe :

« très-près du contact; je puis toutefois apercevoir une « petite séparation ; les deux étoiles sont un peu inégales ; « celle qui précède l'autre est la plus petite. »

« Revue. Août, 6. 1796. — ζ du Bouvier, double : avec « un grossissement de 460, une séparation n'est visible que $\frac{1}{4}$ de « de S. L'une et l'autre des étoiles, ouest : elles sont légè- « rement inégales. »

« Revue. Juillet, 12. 1807. — ζ du Bouvier. Les étoiles sont « belles, égales, blanchâtres; l'intervalle entre leurs disques « apparens, vu avec un grossissement de 460 fois, est d'un « tiers du diamètre de l'une d'elles. »

J'ajouterai seulement à ces observations qu'avec le même télescope, mais avec un miroir terni et employé actuellement pour les observations les plus ordinaires, j'ai vu distinctement la nuit dernière, cette étoile, double, aussi bien que σ et η et de la Couronne.

L'argument tiré de l'omission de cette étoile n'est donc pas soutenable. ζ d'Orion auroit fourni un exemple beaucoup plus probant La singulière histoire de cet astre se trouve dans le Mémoire sur les étoiles doubles, que j'ai déjà cité.

Dans les grands télescopes réflecteurs, où l'on ne se sert que d'un seul miroir métallique, le désavantage vis-à-vis des lunettes dioptriques, quant à la quantité de lumière, est beaucoup moins considérable. Un réflecteur de 18 pouces d'ouverture seroit équivalent à une lunette achromatique de 15 $\frac{1}{2}$ pouces, et un de 48 pouces, à une lunette de 48 $\frac{1}{2}$, dimensions, que rien de ce que nous connoissons ne me fait conjecturer qu'on puisse jamais atteindre. Des réflecteurs de 18 ou 20 pouces sont très-faciles à diriger : je crois leur exécution au pouvoir de tout habile artiste, et si on les fait seulement pour s'en servir et non point pour les montrer, je ne pense pas qu'ils soient dispendieux. Celui dont je me sers habituellement est de ma propre fabrication, et quoique

inférieur pour la netteté à l'excellent instrument qu'employoit mon père dans ses revues du ciel, il n'est point à dédaigner. Au fait d'après l'expérience que j'ai de ces télescopes, je les considère comme applicables aux opérations les plus exactes de l'astronomie, et je pense qu'il reste encore de grands perfectionnemens à apporter à leur construction et à leur mécanisme.

OPTIQUE.

DÉTERMINATION DU POUVOIR REFRINGENT ET DISPERSIF de differentes espèces de verre ; recherches destinées au perfectionnement des lunettes achromatiques : par J. FRAUNHOFER de Munich. (*Astronomische Abhandlungen, herausgegeben v. H. C. Schumacher : Heft* 2.)

(*Extrait*).

MR. Schumacher en publiant la feuille périodique intitulée *Astronomische Nachrichten*, a eu pour but de faire promptement connoître les travaux d'observation qui s'exécutent en différens points du nord de l'Allemagne : mais il a compris en même temps qu'il étoit d'autres productions intéressantes pour l'astronomie, que ce genre de publication ne pouvoit comporter, et afin de ne rien négliger de ce qui pouvoit contribuer au progrès de la science, il a réuni depuis quelques années, dans des cahiers de cinquante à cent pages, sous le titre de *Astronomische Abhandlungen*, les Mé-

moires, tables astronomiques, éphémérides, etc. qu'il auroit été difficile de publier par fragmens. Les trois premiers de ces cahiers, qui ont paru en 1823 et 1825, renferment plusieurs documens importans : tels sont : *Un Catalogue des élémens de toutes les orbites de comètes calculées jusqu'à présent ;* par Mr. Olbers : un morceau de Mr. Bessel, *Sur le calcul de ces mêmes orbites* : une *Méthode pour réduire à un lieu moyen, les lieux observés des étoiles*, de Mr. Soldner : un morceau de haute analyse de Mr. Gauss, contenant une solution générale de ce problême proposé en 1822 par l'Académie Royale des Sciences de Copenhague ; *Représenter les parties d'une surface donnée, sur une autre surface donnée, de manière que la représentation soit conforme à l'original, dans les plus petites parties ;* une *Théorie des halos, des parhélies, et d'autres phénomènes analogues, avec des expériences à l'appui*, par Mr. Fraunhofer : enfin, de ce même auteur, deux Mémoires importans, qu'il a pris la peine de traduire lui-même en français, l'un intitulé, *Nouvelle modification de la lumière*, etc. dont nous avons donné des extraits dans le T. XIX de notre Recueil, l'autre, qui traite de la *Détermination du pouvoir réfringent et dispersif de différentes espèces de verre*.

Nous reviendrons dans la suite sur plusieurs de ces Mémoires, mais actuellement nous nous bornerons à extraire ce dernier, qui, bien que publié depuis long-temps, n'est pas assez connu, et qui vient se rattacher naturellement aux travaux de Guinand, d'Amici et de Fraunhofer lui-même, dont nous avons déjà entretenu nos lecteurs.

Mr. Fraunhofer ayant voulu déterminer la dispersion d'une seule espèce de verre, en la déduisant de la grandeur du spectre formé, ne tarda pas à reconnoître qu'il resteroit toujours beaucoup d'incertitude dans les résultats, parce que les bords des spectres sont toujours mal terminés. Il recher-

cha en conséquence un mode de détermination plus exact, et arriva au procédé suivant.

Pour déterminer le rapport de réfraction et de dispersion du flint et du crownglass, il se servit d'abord de prismes de ces deux espèces de verre, ayant leurs angles réfringens peu ouverts et placés en sens opposés. Il fit varier la grandeur de ces angles jusqu'à ce que la réfraction fût nulle : alors le rapport des angles étoit inverse de celui de refrangibilité ou de réfraction. Cependant plusieurs prismes assemblés deux à deux, et faits des mêmes espèces de verre, donnèrent des résultats différens, surtout pour le rapport de dispersion. Il choisit donc, pour la détermination de la dispersion relative, des prismes plus grands : celui de crownglass étoit de 60° à 70°. Il fit varier l'angle de l'un des prismes, jusqu'à ce que la dispersion fût presque détruite, et il acheva de la faire disparoître en modifiant convenablement l'incidence du rayon lumineux. Comme, dans les prismes à grands angles, la lumière est réfléchie par la seconde face refringente, même pour la plus petite variation de l'angle d'incidence, il enduisit les deux faces en contact d'un fluide de forte réfringence, comme l'huile : de cette manière, la lumière passoit presque sous toutes les incidences. Il appliqua les deux prismes devant l'objectif de la lunette d'un théodolite répétiteur, en les posant sur un plan horizontal tournant autour d'un axe en acier. Au moyen de cet appareil, il put mesurer exactement sous quel angle d'incidence la dispersion étoit détruite. Il regarda d'abord par la lunette, au travers des prismes, un objet éloigné ayant ses bords verticaux et bien distincts : il changea ensuite l'angle d'incidence en faisant tourner le plan sur lequel les prismes étoient posés et l'alidade du théodolite, jusqu'à ce que la dispersion parût être la plus petite, ou plutôt jusqu'à ce que les bords verticaux de l'objet

observé fussent au point le plus net. Pour mesurer l'angle d'incidence, il avoit placé encore une règle sur le plan tournant. Cette règle portoit deux pointes d'acier qui touchoient exactement le premier plan des prismes. Sur la règle même étoit fixée une lunette un peu élevée, dont l'axe étoit parfaitement parallèle aux deux pointes d'acier. Cette lunette n'étoit fixée sur la règle qu'aux deux bouts, de manière que, par l'interstice entre la lunette et la règle, la lumière pût tomber librement sur les prismes. Il étoit par conséquent facile de mesurer aussi par le théodolite l'angle d'incidence. Connoissant cet angle, connoissant l'exposant du rapport de réfraction et les angles des prismes, que l'on obtient exactement à l'aide de cette même règle du théodolite, on peut en déduire une expression rigoureuse du rapport de dispersion.

Les observations faites avec les deux mêmes prismes, s'accordent si bien entr'elles, que dans un objectif calculé d'après ces données on n'auroit à craindre aucune aberration nuisible. Mais si l'on emploie, pour la recherche de la dispersion relative, différentes paires de prismes, travaillées sur la même espèce de verre, mais ayant leurs angles différens, les résultats du calcul des observations présentent des différences qui pourroient causer une aberration nuisible dans les objectifs d'une dimension considérable.

Si l'on regarde un objet à travers les deux prismes conjugués de flint et de crownglass, surtout à l'aide de la lunette, il ne paroît jamais sans couleurs : et cela tient à ce que, pour les différentes couleurs prismatiques, le rapport de dispersion n'est pas le même dans les deux espèces de verre. Si, par exemple, la dispersion du rayon rouge dans le crownglass est à celle des mêmes rayons dans le flintglass comme 10 : 19, les rayons violets peu-

vent être dispersés dans le rapport de 10 à 21. Il importoit donc de déterminer, dans chaque espèce de verre, le pouvoir dispersif pour chaque couleur. Les différentes couleurs du spectre ne présentant pas de terminaison bien nette, la mesure de ses parties ne pouvoit être employée à cet usage avec succès. On obtiendroit plus de précision, si l'on avoit des verres ou des fluides colorés, qui ne laissassent passer qu'une seule couleur : mais l'auteur n'a pu s'en procurer qui jouissent pleinement de cette propriété. Dans tous ces corps, la lumière blanche qui passoit au travers, fut encore décomposée dans toutes ses couleurs, avec la seule différence, que dans le spectre la couleur dont le verre ou le fluide étoit teint, étoit plus vive que les autres. Même les flammes colorées que l'on obtient en allumant l'alcool, le soufre, etc., vues par un prisme, ne donnent pas une lumière homogène correspondant à leur couleur. Ces flammes cependant, celle d'une lampe, surtout celle d'une chandelle, et en général la lumière produite par la flamme du feu, montroient entre le rouge et le jaune du spectre, une raie ou ligne claire bien prononcée, au même endroit dans tous les spectres. Cette raie a joué un rôle fort utile dans les expériences suivantes. Elle paroît être formée par des rayons qui ne sont plus décomposés par le prisme, et qui, par conséquent, sont homogènes. On aperçoit dans la couleur verte, une raie pareille, mais qui n'est pas si distincte et qui est beaucoup plus foible, de sorte que souvent on ne la voit que très-difficilement.

Cependant Mr. F. jugeant qu'il lui étoit nécessaire pour son but d'obtenir la lumière homogène de chaque couleur, se servit de l'appareil suivant. Derrière l'ouverture, large de 0,07 et haute de 1,5 pouce, d'un volet, il plaça un prisme A (Fig. 1) de flintglass, d'un angle d'environ 40°, à une

distance de 13 pieds : en BC, il plaça six lampes, dont la lumière tomboit par des ouvertures étroites sur le prisme A. La largeur de ces ouvertures étoit de 0,05, leur hauteur a-peu-près de 1,5, et la distance d'une lampe à l'autre de 0,58 de pouce. La lumière des lampes, qui venoit tomber sur le prisme A, y étoit décomposée et passoit ensuite par l'ouverture du volet. Les rayons rouges provenant de la lampe C, par exemple, étoient réfractés dans la direction de E, les violets dans celle de D; les rayons rouges de la lampe B alloient en F, les violets en G; et ainsi de suite. A la fenêtre d'une autre maison, à une distance de A, de 692 pieds, et au même niveau que le plan BAC, il plaça le théodolite, au-devant de la lunette duquel étoit le prisme H, pour lequel Mr. F. vouloit rechercher les exposans des rapports de réfraction des différens rayons colorés. Le prisme H ne pouvoit recevoir de la lampe C que les rayons rouges : les autres, comme par exemple les violets qui alloient en D, ne tomboient pas sur le prisme. De même, de la lampe B, les rayons violets seuls rencontroient le prisme. De cette manière, le prisme recevoit de chaque lampe des rayons d'une couleur séparée, partant tous d'un même point. L'ouverture de l'objectif n'ayant pas trop de largeur, quelques rayons des six lampes, comme ceux entre les violets et les bleus, entre les bleus et les verts, etc., ne tomboient point sur le prisme, et manquoient par conséquent tout-à-fait. Dans ce cas, le spectre des rayons passant par la petite ouverture A, et vu par le prisme H et par la lunette du théodolite, se présentoit comme le montre la Fig. 2, dans laquelle I est violet, K bleu, L vert, etc., et où chaque couleur paroît ainsi séparée et isolée. Les distances ON, NM, etc. étoient d'autant plus grandes que le pouvoir dispersif du verre, sous un même angle réfringent, étoit plus grand. Or, ces distances et l'angle formé

par le rayon incident et un rayon émergent, pouvant être mesurés au moyen d'un théodolite, avec une grande exactitude, il devenoit facile de déterminer le pouvoir réfringent d'une substance quelconque formant le prisme pour chacun des rayons colorés.

Au-dessus du prisme A, à une distance de 1,5 pieds et sur la même verticale, on pratiqua dans le volet une autre ouverture, derrière laquelle on plaça une lampe dont le prisme H recevoit immédiatement la lumière. Le spectre des rayons émanés de cette lampe se formoit au-dessous des points colorés O, N, M, etc. en PRQ (Fig. 3). R représente la raie brillante, de couleur rougeâtre ou orange, qui paroît dans tout spectre provenant de la lumière du feu. Cette raie servoit dans le cas présent, à s'assurer qu'à différens jours d'observation, on retrouvoit la même couleur dans chacun des points colorés : ce qui n'auroit pas eu lieu, si la table sur laquelle les lampes sont posées, avoit subi le moindre déplacement par rapport au prisme A. On avoit donc soin d'amener, au moyen de vis de correction adaptées en B et C, le point N dans la même verticale que R : la distance des lampes, ou plutôt celle des petites ouvertures par lesquelles leur lumière venoit tomber sur le prisme A, étant invariable, on étoit assuré qu'à différens jours d'observation, on avoit toujours la même couleur dans les points colorés.

Les distances de quelques-uns de ces points colorés, par exemple, des violets, des bleus et des rouges, dont la lumière est foible, ne pouvoient être mesurées, sans éclairer le micromètre filaire de la lunette du théodolite. Mais alors, ces points colorés perdoient, par l'éclairage ordinaire du champ, autant de lumière que les fils en recevoient. Il fallut donc renoncer au mode usité, et en imaginer un autre, au moyen duquel les fils seuls fussent éclairés, tandis que le reste du champ demeuroit obscur. C'est ce que fit Mr. F. Dans son

appareil, l'éclairage des fils peut être modifié à volonté et à tout instant, avec promptitude. Il se fait au côté de l'oculaire, par une petite lampe enfermée dans un globe creux, d'où la lumière vient frapper une lentille qui la renvoie parallélement aux fils. Au bord intérieur de l'oculaire construit à ce dessein, le reste de lumière incidente est absorbé, sans qu'il tombe sur la lentille.

Avec cet appareil, Mr. F. mesura les angles de réfraction des divers rayons colorés, pour plusieurs substances réfringentes. Dans chaque observation, l'angle du rayon incident étoit rendu égal à celui du rayon émergent N : l'observation étoit répétée quatre fois. Comme le plan sur lequel se trouvoit le prisme H, n'étoit pas dans l'axe du théodolite, mais avoit son centre éloigné de cet axe de 4,25 pouces, il falloit appliquer une petite correction à l'angle que le rayon incident faisoit avec le rayon émergent. La distance de A à H étant de 692 pieds, la correction pour le prisme de flintglass est de + 31″, pour le crownglass, de + 40″, pour l'eau, de + 40″ etc. Les angles LM, NM, etc., n'ont pas besoin de cette correction.

Nous extrayons des tableaux de Mr. F. les résultats suivans :

[...]stances [...]ngentes.	Temp. Th. de R.	Pes. spécif.	Angle du prisme.	Angle du ray. incid. avec le r. ém. N.	ON	NM	NL	NK	NI
[...]t. n.° 13	$5\frac{1}{2}$°	3,723	56°,24′,30″	17°,27′, 9″	7′,17″	7′,15″	14′,18″	21′,31″	28′,46″
[...]wn. n.° 9	3	2,535	39, 20, 35	22, 38, 20	6, 1	5, 46	11, 22	16, 56	22, 16
[...]......	$9\frac{1}{2}$	1,000	58, 5, 40	22, 36, 43	6, 30	6, 12	12, 5	17, 43	23, 10
[...]ool.....	9	0,809	58, 5, 40	25, 8, 32	6, 35	6, 17	12, 55	18, 45	
[...]desulfur.	$9\frac{1}{2}$	1,841	58, 5, 40	29, 27, 47	7, 50	7, 15	14, 3	20, 30	26, 45

Le tableau suivant présente les exposans des rapports de réfraction des différens rayons colorés par le flintglass, le crownglass et l'eau, qui ont été calculés d'après les angles observés. On est l'exposant pour le rayon O, Nn, pour le rayon N et ainsi de suite.

Substances réfringentes.	*Exposans des rapports de réfraction.*					
	On	Nn	Mn	Ln	Kn	In
Flint. n.º 13	1,63074	1,63505	1,63933	1,64349	1,64775	1,65203
Crown.n.º 9	1,52736	1,52959	1,53173	1,53380	1,53586	1,53783
Eau......	1,33209	1,33359	1,33501	1,33635	1,33763	1,33888

De ces données résultent les rapports de dispersion des différens rayons colorés, pour ces substances réfringentes prises deux à deux, tels que les présente le tableau ci-dessous, dans lequel On', Nn', etc., sont les exposans des rapports de réfraction pour les substances d'une dispersion plus forte.

Substances Réfringentes	$\frac{Nn'-On'}{Nn-On}$	$\frac{Mn'-Nn'}{Mn-Nn}$	$\frac{Ln'-Mn'}{Ln-Mn}$	$\frac{Kn'-Ln'}{Kn-Ln}$	$\frac{In'-Kn'}{In-Kn}$
Flintglass Nº 13 / Crownglass Nº 9	1,93	2,00	2,01	2,07	2,17
Flintglass Nº 13 / Eau..........	2,87	3,01	3,10	3,33	3,42
Crownglass Nº 9 / Eau..........	1,49	1,51	1,55	1,61	1,58

Les tableaux de Mr. F. montrent en général de grandes anomalies dans le rapport de dispersion de différens rayons colorés, pour quelques substances réfringentes.

Ces expériences l'ont conduit, de plus, à faire quelques observations relatives à l'influence de la chaleur sur la réfraction des fluides. Au moindre changement de température, la réfraction de tous les fluides devient plus forte dans la partie inférieure du vase prismatique qui les contient, que dans la partie supérieure : par cela même le fluide acquiert une espèce d'ondulation qui empêche qu'on ne distingue nettement les points colorés du spectre. En faisant ces expériences dans la nuit, où la température change continuellement, l'auteur fut obligé de remuer fortement le fluide toutes les cinq ou dix minutes, pour le rendre homogène. Ces différences ne sont pas considérables pour l'eau; mais pour les autres fluides, elles sont si fortes que tout le spectre se disperse et se brouille, même lorsque le prisme est hermétiquement fermé, et que l'on en a soustrait tout l'air. Il résulte delà, que l'on ne doit plus espérer d'obtenir de bons objectifs, construits avec des fluides de différente dispersion, au lieu du flintglass. On comprend, en outre, d'après ces expériences, combien il doit être difficile de fondre du flint et du crownglass d'une homogénéité parfaite, puisque, dans tous les fours de verrerie, la chaleur de la partie supérieure du creuset, est presque d'un tiers plus forte que celle de la partie inférieure.

Mr. F. ayant voulu savoir si les exposans des rapports de réfraction demeuroient les mêmes lorsque les substances refringentes exerçoient leur action sur la lumière solaire, fut conduit ainsi à des observations d'un grand intérêt.

Il fit tomber les rayons du soleil par une ouverture verticale pratiquée dans le volet d'une chambre obscure, sur un prisme de flintglass, placé sur le théodolite. L'ouverture avoit environ 15″ de large, sur 36′ de haut; (ces angles étant rap-

portés apparemment au centre du théodolite). L'instrument étoit à 24 pieds du volet; et l'angle du prisme étoit d'environ 60°. Le prisme étoit placé devant l'objectif de la lunette, de manière que l'angle du rayon incident étoit égal à celui du rayon émergent. En cherchant s'il se trouveroit dans le spectre solaire une raie brillante, comme dans le spectre formé de la lumière d'une lampe, l'auteur découvrit, au lieu de cette raie, une infinité de raies ou lignes verticales de différentes épaisseurs. Ces raies étoient plus foncées que le reste du spectre; quelques-unes d'entr'elles paroissoient même tout-à-fait noires. Quand le prisme étoit tourné de manière que l'angle d'incidence devînt plus grand, ces raies disparoissoient: cela avoit également lieu si l'on faisoit cet angle plus petit. Si la lunette étoit considérablement raccourcie, ces raies reparoissoient à un plus grand angle d'incidence. A un angle d'incidence plus petit, l'oculaire devoit être fort éloigné pour qu'on les aperçût. Si l'oculaire étoit mis au point où l'on voyoit distinctement les raies dans le rouge du spectre, il falloit un peu l'enfoncer pour voir les raies dans le violet. Si l'on élargissoit l'ouverture du volet, les raies les plus fines n'étoient plus nettement visibles, et elles disparoissoient entièrement dès que la largeur de cette ouverture alloit au-delà de 40″. Au-delà d'une minute, les raies les plus larges n'étoient aperçues qu'avec peine. Les distances de ces raies entr'elles n'éprouvoient aucun changement, ni par celui de l'ouverture du volet, ni par l'éloignement du théodolite de cette ouverture. La substance refringente dont on faisoit le prisme et la grandeur de son angle n'empêchoient pas de distinguer toujours ces raies: elles devenoient seulement plus fortes ou plus foibles, et étoient par conséquent plus ou moins distinctes en raison de la grandeur du spectre. Le rapport même de ces raies entr'elles paroissoit être le même pour toutes les substances refringentes, de sorte

que

que, par exemple, la même raie ne se trouve qu'au bleu; une autre qu'au rouge, etc.; d'où l'on peut aisément connoître celle qu'on observe. Les spectres formés par les faisceaux ordinaires et extraordinaires du spath d'Islande, présentent ces mêmes raies. Les raies les plus fortes ne terminent pas les différentes couleurs du spectre; car la même couleur se trouve presque toujours aux deux côtés d'une raie, et le passage d'une couleur à l'autre est à peine sensible.

Le Mémoire de Mr. F. est accompagné d'une planche très-soignée, qui représente la distribution de ces raies dans le spectre; leur nombre s'élève à plusieurs centaines. De nombreuses expériences l'ont convaincu qu'elles ont leur cause dans la nature de la lumière du soleil, et que ce n'est ni à quelque illusion, ni à l'aberration qu'il faut les attribuer. En faisant entrer la lumière d'une lampe par la même ouverture, on ne trouve, de toutes ces raies, que celle qui se distingue par sa clarté, et qui est marquée R dans la figure; mais il y a, parmi celles du spectre solaire, une raie obscure qui est exactement à la même place que la raie R. Il est aisé de comprendre pourquoi les raies ne sont plus nettement prononcées, ou pourquoi elles disparoissent, si l'ouverture du volet devient trop large. Les raies les plus fortes occupent un espace de 5 à 10 secondes. Si l'ouverture du volet n'est pas telle qu'on puisse regarder la lumière qu'elle laisse passer, comme un rayon unique, ou si l'angle de cette ouverture est plus grand que celui de la raie, alors la même raie se présente répétée plusieurs fois dans un espace peu étendu; elle devient par conséquent indistincte et disparoît entièrement à une trop grande largeur de l'ouverture.

Les principales raies du spectre solaire se montrant toujours attachées aux mêmes couleurs, pour toute substance réfringente d'une densité homogène, Mr. F. s'en est servi pour

la détermination du rapport de réfraction des substances pour chaque rayon coloré. Ses résultats pour la même série de substances que lorsqu'il se servoit de la lumière des lampes, s'accordent avec ceux qu'il obtenoit dans ce premier cas. L'un des tableaux offre les rapports de dispersion des divers rayons colorés pour douze espèces de verres ou autres substances prises deux à deux. Ainsi, le rapport de la dispersion des rayons rouges pour le flintglass, et l'eau, est celui de 1 à 2,56; celui des rayons violets pour ces deux mêmes substances est le rapport de 1 à 3,73. Mais on y voit aussi que ces différences sont très-petites pour quelques substances, par exemple, pour le flintglass et l'huile de térébenthine. On peut donc espérer qu'en variant les matières composantes, on obtiendra une espèce de verre pour laquelle ces différences seront plus petites, que pour celle que l'on a employée jusqu'à présent.

Mr. F. essaya d'observer au moyen de ses appareils, la lumière de la planète Vénus, sans la faire passer alors par une ouverture étroite. Il trouva dans le spectre de cette lumière les mêmes raies que l'on voit dans le spectre solaire. Cependant la lumière de Vénus ayant peu de densité, si on la compare à la lumière du soleil réfléchie par un miroir, l'intensité des rayons violets et des rouges extérieurs est très-foible : par cette raison on n'aperçoit les raies, même les plus fortes, qu'avec quelque difficulté dans ces deux couleurs : dans les autres couleurs elles sont très-faciles à distinguer. L'auteur s'est assuré que les principales raies sont espacées à-peu-près de même dans les deux spectres.

Il fit également quelques observations sur la lumière de quelques étoiles fixes de première grandeur. La lumière de ces étoiles étant beaucoup plus foible que celle de Vénus, la clarté du spectre étoit par conséquent encore moindre. Il distingua néanmoins sans illusion, dans le spectre de la

lumière de Sirius, trois raies larges, qui paroissent n'avoir aucun rapport avec celles du spectre solaire : une d'elles se trouve dans le vert, et deux dans le bleu. On reconnoît également des raies dans le spectre de la lumière d'autres étoiles de première grandeur ; mais ces étoiles paroissent, par rapport à ces raies, différer entr'elles. L'objectif de la lunette qui servoit à Mr. F. dans ces expériences, n'avoit que 13 lignes d'ouverture ; il pense qu'on gagneroit à les répéter, avec des objectifs de plus grandes dimensions. Une suite de pareils essais est d'autant plus à désirer qu'ils servent en même temps à une comparaison exacte de la réfrangibilité de la lumière des étoiles et du soleil.

La lumière électrique est, par rapport aux lignes et aux raies du spectre, très-différente de la lumière du soleil et d'une lampe. On observe dans le spectre de cette lumière plusieurs lignes très-claires ; on en voit une dans le vert ; une autre, un peu moins brillante, se trouve dans l'orangé ; elle paroît être de la même couleur que celle du spectre de la lumière d'une lampe ; mais en mesurant l'angle de réfraction du rayon qui la forme, on trouve que ce rayon est réfracté beaucoup plus fortement, à-peu-près comme le rayon jaune de la lampe. Vers l'extrémité du spectre, on aperçoit dans le rouge une raie peu éclairée ; cependant sa lumière a la même réfrangibilité que celle de la ligne claire du spectre produit par la lumière de la lampe (1).

---

(1) Pour obtenir une lumière électrique continue, Mr. F. approcha deux conducteurs l'un de l'autre jusqu'à une distance d'un demi-pouce, et il les réunit par un fil de verre très-délié. L'un des conducteurs étoit lié à une machine électrique, l'autre communiquoit avec le sol. De cette manière, la lumière paroissoit passer continuellement sur le fil de verre, qui formoit une ligne brillante.

En faisant tomber la lumière d'une lampe, par une ouverture large de 15 à 20 secondes, sur un prisme d'une grande dispersion, placé devant la lunette, on voit que la ligne rougeâtre de ce spectre est formée par deux lignes claires très-déliées. Que l'ouverture par laquelle passe la lumière de la lampe, soit large ou étroite, si l'on couvre la pointe de la flamme et la partie inférieure bleue de cette flamme, la ligne rougeâtre paroît moins claire, et elle est plus difficile à distinguer. Il paroît, par conséquent, que cette ligne tire son origine principalement de la lumière des deux extrémités de la flamme, surtout de l'inférieure.

La ligne rougeâtre est, relativement aux autres parties du spectre, très-claire dans les spectres produits par la flamme du gaz hydrogène et de l'alcool. Dans celui de la flamme du soufre, on la reconnoît difficilement.

Mr. F. fut amené, dans le courant de ses expériences, à remarquer que l'aberration de certains rayons colorés plus intenses ou plus clairs que les autres, altéroit d'avantage la netteté des images; ainsi l'aberration des rayons jaunes qui sont d'une grande clarté, feroit un plus mauvais effet que celle des violets, lors-même que ces aberrations seroient égales entr'elles.

Il s'attacha donc à mesurer l'intensité relative des couleurs du spectre, ou à rechercher dans quel rapport l'impression produite sur l'œil par l'une des couleurs du spectre, est plus forte ou plus foible que celle d'une autre couleur. Il se servit pour cela de l'appareil suivant. Au-devant de l'oculaire de la lunette de son théodolite, il plaça un petit miroir plan, de métal, à l'endroit où vient se former l'image, de manière que ce miroir fît un angle de 45° avec l'axe de la lunette, et que son bord vertical coupât le champ de la lunette par le milieu. A côté de

l'oculaire, et dans une direction horizontale perpendiculaire à l'axe de la lunette, il fixa un tuyau coupé dans sa longueur par une entaille, dans laquelle pouvoit se mouvoir le bec vertical d'une petite lampe, qui projetoit ainsi sa lumière sur le petit miroir. Par ce moyen il voyoit la moitié du champ de la lunette éclairé par la flamme, et l'autre moitié par celle des couleurs du spectre dont il vouloit estimer l'intensité. Il approchoit ou éloignoit la petite lampe jusqu'à ce que l'impression produite par la lumière du miroir fût de même force que celle de la couleur du spectre. Les carrés de la distance de la flamme du miroir, pour les différentes couleurs du spectre, étoient alors en raison inverse de leur intensité. Quoique, au premier abord, il paroisse difficile de comparer l'intensité de deux couleurs différentes, cependant l'habitude donne assez de sûreté à ce jugement. L'intensité de la lumière du miroir se rapproche le plus de celle d'une couleur du spectre, lorsque, pour une même position de l'oculaire, le bord du miroir est le moins distinct.

Une série d'expériences faites avec cet appareil sur le spectre d'un prisme de flintglass N.° 13, lui ont donné les résultats suivans.

Couleurs.	*Intensité.*
Rouge.............	0,021
Orangé...........	0,299
Jaune	1,000
Vert	0,328
Bleu	0,185
Violet	0,035

Ces indications peuvent guider les opticiens dans le choix des substances réfringentes, en leur désignant comme plus propres à entrer dans la construction des lentilles achroma-

tiques, celles dans lesquelles la dispersion des rayons les plus intenses est la moins grande.

Une autre aberration que Mr. F. a cru reconnoître, est celle des milieux de l'œil. L'œil selon lui n'est point achromatique : voici comment il le montre. Que l'on mette la couleur rouge du spectre au milieu du champ du théodolite; et que l'on place l'oculaire de manière à bien distinguer le fil très-fin du micromètre ; on ne verra plus ce fil, lorsqu'on remplacera le rouge par le violet, sans remuer l'oculaire : pour l'apercevoir dans cette couleur, il faut en rapprocher l'oculaire, d'une quantité plus que double de l'aberration produite par l'inégale réfrangibilité des deux espèces de rayons dans la lentille de l'oculaire. L'auteur en infère que les différens rayons colorés n'ont point, dans l'œil, la même distance focale. Le déplacement de l'oculaire pour voir distinctement le fil dans les différentes couleurs, sert à calculer l'aberration de l'œil : mais il faut tenir compte de l'aberration produite par la lentille même de l'oculaire. Il est bien entendu que, dans une observation de ce genre, aucune autre lumière que celle du spectre ne doit entrer dans le champ de la lunette, ni éclairer le fil. Mr. F. a trouvé que, avec une lentille de crownglass N.° 13, ayant un foyer de 0,88 de pouce, l'oculaire doit être déplacé de 0,054, pour qu'on puisse successivement distinguer le fil avec la même netteté dans le rouge et dans le bleu. Une lentille de crownglass du même numéro, mais d'un foyer de 1,33 pouce, doit, dans le même cas, être déplacée de 0,111 de p.; une lentille de flintglass N.° 30, ayant 0,867 p. de foyer, doit l'être de 0,074, et une de 1,338 p., de 0,148 de pouce. La première lentille donne pour résultat que, si les rayons rouges tombent parallèlement sur l'œil, les rayons bleus doivent diverger d'un

point éloigné de 23,7 pouces, pour avoir dans l'œil la même distance focale. Cet éloignement sera, pour la seconde lentille, de 21,3, pour la troisième 19,5, et pour la quatrième de 17,9 pouces. Dans ce calcul l'auteur a eu égard à l'influence exercée sur ce déplacement par la réfrangibilité inégale des deux espèces de rayons dans la lentille. Cette aberration de l'œil ne pourroit, du reste, être déterminée exactement que par des essais variés et réitérés. Il seroit à désirer que ces observations fussent répétées par les yeux de différentes personnes, pour qu'on en déduisît une moyenne. Il ne faut pas oublier que le diamètre du faisceau des rayons incidens influe sur l'aberration : elle est d'autant plus grande que ce diamètre est plus considérable. Les raies du spectre découvertes par Mr. F. marquant avec précision le milieu de chaque couleur facilitent beaucoup l'expérience dont il est ici question, et servent de points de repaire sûrs, lorsqu'on veut passer d'une couleur à l'autre.

PHYSIQUE.

Relation des expériences sur la vitesse du son, faites en Hollande, par le Prof. G. Moll et le Dr. Van-Beek. (*Philos. Transact.* 1823. Part. II.) (1)

(*Traduction*).

La formule de Newton, qui donne l'expression de la vitesse du son, $v = \sqrt{\frac{gp}{D}}$ (2), a été l'objet des investigations de plusieurs mathématiciens du premier ordre. Cependant, des expériences faites en diverses contrées, et dans diverses circonstances, montroient que la vitesse du son étoit réellement plus grande d'environ $\frac{1}{6}$, que celle qui se déduit de cette équation. Le célèbre Laplace rendit raison de cette différence, en faisant voir qu'elle pouvoit être attribuée à la chaleur développée par la compression des particules de l'air, résultant des ondulations du son. Il fut impossible de déterminer la quantité de chaleur ainsi développée : ensorte

(1) Ce mémoire a paru à peu près en même temps que celui de Mr. Galbraith sur le même sujet que nous avons inséré dans notre dernier Numéro, page 176. Il est intéressant de comparer les résultats des physiciens anglais et hollandais. (R)

(2) g étant la gravité, p la pression barométrique, et D la densité de l'air, celle du mercure étant prise pour unité.

qu'on prit le parti de multiplier la formule de Newton, par le facteur constant $\sqrt{l+k}$, dont la valeur fut déterminée par l'expérience. La formule de Newton, ainsi modifiée, devint,

$$v = \sqrt{\frac{vg}{D}} \cdot \sqrt{l+k}.$$

Les expériences faites par les Académiciens français, en 1738, qui sont les plus soignées de cette époque, sur ce sujet, donnent 0,4254 pour la valeur de K. Il est évident que cette correction de la formule originelle étoit purement empyrique, et dépendoit de la justesse des expériences, qui, en 1738, n'avoient certainement pas atteint le degré de perfection que l'on exige actuellement.

En conséquence, la formule fut modifiée par Laplace, de la manière suivante :

$$v = \sqrt{\frac{\sqrt{gp}}{D}} \cdot \sqrt{\frac{c'}{c}},$$

où c' est la chaleur spécifique de l'air, sous une pression constante, et c cette même chaleur pour un volume d'air constant (1). Mon ami le Dr. Van Rees, professeur à l'Université de Liège, a donné une démonstration de cette correction $\sqrt{\frac{c'}{c}}$ (2), qui peut être comparée avec celle de Mr. Poisson (3). La valeur de $\frac{c'}{c}$ a été déterminée par Laplace, d'après les expériences de MM. Laroche et Bérard (4), et

(1) Annales de Phys. et de Ch. T. III, pag. 238.
(2) *Dissertatio de celeritate soni.* Traject. 1818.
(3) Ann de Phys. et de Ch. Mai 1823.
(4) Ibid. T. LXXXV, p. 72.

il l'a trouvée égale à 1,4954; mais, des expériences plus récentes et plus soignées, de MM. Gay-Lussac et Welter, l'ont portée à 1,3748.

Une autre cause de différence entre l'expérience et la théorie, quant à la vitesse du son, c'est la variation de la force du vent, qui accélère ou retarde cette vitesse, selon la direction dans laquelle il souffle. Cette cause d'erreur peut, ce semble, être détruite de la manière suivante. Que l'on fasse naître le son, en même temps, aux deux extrémités d'une base; et que deux observateurs placés à ces deux extrémités, mesurent la vitesse avec laquelle le son parcourt la longueur de la base : il est clair, que l'action du vent doit augmenter la vitesse du son qui part de l'une des extrémités, autant qu'il diminue celle du son qui part de l'autre : la moyenne de ces deux vitesses sera donc la vitesse dans l'air tranquille. Ce ne fut pas là la méthode employée en 1738, par les Académiciens français, dans leurs expériences entre Monthléry et Montmartre. Le canon tiroit à l'une de ces stations, tandis que les observateurs étoient à l'autre; et ainsi, les résultats étoient affectés de tout l'effet du vent. On trouva convenable, en conséquence, de répéter ces expériences avec plus de soin : et, sur la proposition de Mr. de Laplace, elles furent faites avec de grandes précautions, par MM. Arago, Prony, Mathieu, Bouvard, Humboldt et Gay-Lussac, en 1822, sur la base de Monthlery et Villejuif. Pendant deux jours consécutifs, les 21 et 22 juin 1822, sept coups de canons furent tirés et observés aux deux stations : la différence du temps auquel les coups correspondans furent tirés, n'excédoit pas cinq minutes; on déduisit le résultat de ces sept coups correspondans.

Ces expériences n'avoit jamais été faites avec soin en Hollande; nous proposames de les répéter: S. A. R. le Prince Fréderic, second fils de S. M. le Roi des Pays-Bas, et Maître-

Général de l'Ordonnance, y donna son approbation, et autorisa le Lieut-Col. Kuytenbrouwer, ainsi que les officiers et les soldats du bataillon d'artillerie qu'il commande, à nous aider de tous leurs moyens dans nos observations.

Nous choisimes pour nos expériences deux places élevées sur les vastes bruyères de la province d'Utrecht: l'une est une petite colline, située entre la ville de Naardem et le village de Blaricum, et qui porte le nom de *Kooltjesberg*; l'autre est une hauteur un peu plus prononcée, située sur la droite de la route d'Utrecht à Amersfoort, très-près de cette dernière ville. Chacune des deux stations étoit distinctement visible de l'autre. La distance qui les séparoit, étoit entre 17000 et 18000 mètres (9664 brasses). Nous marquions l'époque des observations, au moyen de deux garde-temps, que le Ministre de la guerre avoit bien voulu nous fournir, l'un fait par Arnold, l'autre, par notre compatriote Mr. Knebel. Mais l'intervalle qui s'écouloit entre l'observation de la lumière et la perception du son, intervalle qui exprimoit la vitesse du son, se mesuroit au moyen de petites horloges à pendules coniques, fabriquées à Wesel, par Mr. W. Pfaffius, et très-propres à l'usage que nous en faisions ici. On sait que c'est à Huyghens qu'est due la découverte des propriétés du pendule conique ou centrifuge; mais, si nous ne nous trompons pas, ce pendule a été employé dans des expériences du même genre, par le physicien allemand Benzenberg (1).

Ces horloges divisent les 24 heures du jour en dix millions de parties, et l'un des index donne la centième partie de la

---

(1) On trouve une description de ces horloges dans les *Ann. der Physik*, de Gilbert. 1804. T. XVI, p. 494, et dans la Nouv. Série. T. V., p. 333.

seconde décimale. Cet index demeure en repos, pendant que l'horloge continue à cheminer, tant qu'un certain ressort n'est pas pressé avec le doigt; à l'instant même où l'on fait cesser la pression en retirant le doigt, l'index s'arrête de nouveau. Ainsi, l'index étant placé au point zéro, l'observateur presse le ressort, au moment où son œil est frappé par la lumière de l'autre station: l'index se meut jusqu'à-ce que le bruit du coup de canon se fasse entendre; alors l'observateur retire son doigt du ressort, et l'index est immédiatement arrêté. Le nombre des tours et des fractions de tour de l'index, indique le temps écoulé entre l'inflammation de la poudre et l'arrivée du son. Outre l'horloge à pendule conique et centrifuge, chaque station étoit pourvue d'un bon baromètre, comparé avec soin avec un baromètre étalon de Mr. Dollond, de quelques bons thermomètres de MM. Dollond et Newman; enfin, d'un nombre suffisant d'excellens télescopes de Dollond, placés de manière que la station opposée étoit amenée sans peine dans le champ de vision. L'humidité de l'air étoit mesurée, pour la première fois dans des expériences de cette nature, par le moyen d'un hygromètre de Mr. Daniell, placé à chaque station. Le direction du vent étoit donnée par des girouettes très-délicates imaginées par les officiers d'artillerie. Dans chaque station on établit une pièce de douze et une pièce de six, et les instrumens furent placés au-dedans ou dehors des tentes dressées auprès des pièces. Le Prof. Moll, avec les Lieut. Renault et Dilg, se posta à *Kooltjesberg*; le Dr. Van Beek, avec les Lieut. Sommerton, Van Den Bylaardt et Seelig, à l'autre station, que l'on nomme, communément *Zevenboompjes*, ou les sept arbres. Quelques cadets du corps d'artilleries et quelques étudians de l'Université, étoient employés, dans chaque station, à l'observation des divers instrumens. Les baromètres et les thermomètres étoient observés en plein air; l'hygromètre de Mr. Daniell l'étoit aussi,

et la lumière d'une bougie réfléchie par la surface de la boule, permettoit de saisir avec beaucoup d'exactitude le moment de la formation de la rosée sur cette boule.

On mettoit une extrême importance à ce que les pièces des deux stations fissent feu, autant que possible, au même moment. Pour obtenir ce résultat, on adopta la marche suivante. A 7 h. 55′ du soir, marquées par le chronomètre de Zevenboompjes, une fusée volante étoit lancée à cette station : dès qu'on l'avoit aperçue à la station de Kooltjesberg, on y répondoit immédiatement par une autre fusée. C'étoit là le signal convenu pour que, dans chaque station, tout fût prêt pour l'observation. A 8 h. précises, une pièce faisoit feu à la station de Zevenboompjes : les observateurs de Kooltjesberg observoient aussi exactement que possible l'heure indiquée par leur chronomètre à l'instant où ils apercevoient la lumière de ce coup. A 8 h. 5′ du chronomètre de Zevenboompjes, un second coup étoit tiré à cette station, et les observateurs de l'autre notoient encore avec soin l'heure marquée par leur chronomètre. De cette manière, la différence entre les deux chronomètres placés à une distance de neuf milles anglais, étoit constatée avec une grande exactitude : et afin de s'assurer encore que cette observation préparatoire s'étoit faite avec tout le soin nécessaire, une pièce faisoit feu aux deux stations, à l'instant où le chronomètre de Zevenboompjes marquoit 8 h. 10′. Si les lumières des deux coups brilloient au même moment, on avoit la preuve que la différence des heures des deux chronomètres étoit connue, et que l'on pouvoit commencer les expériences en toute sureté.

Nous devons avouer que nous ne supposions pas *a priori*, qu'il fût possible d'obtenir un feu de deux pièces distantes de neuf milles, ayant lieu toujours à la même seconde : cependant l'attention et l'adresse de nos artilleurs surmon-

tèrent toutes les difficultés, et cette simultanéité fut constamment observée. La différence entre l'instant du feu aux deux stations, ne fut jamais plus grande que 1″ ou 2″; tandis que, dans les expériences faites en France en 1822, elle s'éleva à 5 minutes. Ce résultat fut obtenu de la manière suivante: A chaque station un officier observoit le chronomètre placé devant lui sur une petite table très-près de la pièce: un cadet tenoit le boute-feu tout-à-fait près de la lumière: à l'instant donné, l'officier pressoit le bras de celui qui tenoit le boute-feu, et le coup partoit immédiatement. Un peu d'exercice les mit en état de faire feu dans la seconde requise.

Lors de nos premières expériences, qui furent faites dans les deux nuits des 23, 24 et 25 janvier, nous éprouvames le même inconvénient que les physiciens français, lorsqu'ils commencèrent les leurs. Les coups tirés à Zevenboompjes ne furent point du tout entendus à Kooltjesberg; mais ceux de Kooltjesberg furent distinctement entendus à Zevenboompjes. Dès-lors nous nous servimes constamment des pièces de 12 avec une charge de six livres de poudre. Le 26 janvier, tous les coups furent entendus à Kooltjesberg, mais aucun ne le fut à l'autre station. Mais le vent, changeant de direction dans la nuit suivante, permit d'entendre distinctement un bon nombre de coups correspondans ou simultanés aux deux stations. Les détails des expériences seront lus ci-dessous. Le mécompte que nous avions éprouvé en commençant, ne nous fut pas entièrement inutile; il servit à nous convaincre, que les coups exactement correspondans, peuvent seuls servir à la détermination de la vitesse du son. Les résultats obtenus des observations faites les 25 et 26 janvier, où l'on n'entendoit les coups qu'à l'une des stations, réduits à la température 0° de l'échelle centigrade,

et à l'air sec, présentent entr'eux des différences de $\frac{1}{53}$; tandis que ceux des observations des 27 et 28, où les coups furent distinctement entendus aux deux stations, ne diffèrent les uns des autres que de $\frac{1}{502}$.

Le temps employé par le son pour franchir la distance des deux stations ayant été ainsi exactement déterminé, nous procédames à mesurer cette distance. Les distances qui séparent les clochers de, Utrecht et Amersfoort, Utrecht et Naarden, Naarden et Amersfoort, étant bien connues, nous mesurames à nos deux stations les angles formés par ces trois clochers, et à chacun de ces clochers les angles formés par les deux autres et par nos stations. La distance cherchée fut ainsi calculée au moyen de quatre triangles différens: la plus grande différence qu'offrirent ces calculs, fut de 2,45m, soit 8 pieds, différence insignifiante dans les expériences dont il est ici question. Les distances des divers clochers, que nous primes pour bases de notre opération, résultent d'un lever géométrique très-exact du Gén. Krayenhoff (1).

Les calculs fondés sur les données de ces expériences, et dont le détail se trouve plus bas, ont indiqué, par une température de 32° F., ou 0° de l'échelle centigrade, une vitesse du son, de 332,349m., soit 1089,7445 pieds anglais, par seconde sexagésimale. Un des tableaux qui suivent montrera une comparaison de nos expériences, avec celles des autres physiciens.

Expériences sur la vitesse du son, du 27 juin 1823, comparées avec la théorie.

Ayant rapporté par quels moyens on avoit mesuré la

(1) Précis des opérations géodésiques et trigonométriques en Hollande, par le Gén. Krayenhoff.

distance qui sépare les stations de Kooltjesberg et de Zevenboompjes, et déterminé l'intervalle de temps employé par le son pour parcourir cette distance, je vais maintenant entrer dans le détail des expériences qui furent faites le 27 juin, et comparer les résultats de ces expériences avec la théorie. La table suivante contient les temps employés par le son pour parcourir la base, le 27 juin, jour où vingt-deux coups furent tirés simultanément, et également entendus aux deux sations.

La première colonne indique le numéro d'ordre du coup; la seconde, le temps employé par le son pour se rendre de Kooltjesberg à Zevenboompjes, et observé à cette dernière station; et la troisième le temps employé par le son pour suivre la route inverse, et observé à Kootljesberg.

N.os des Coups.	Trajet de Kooltjesb. á Zevenb.	Trajet de Zevenboom. à Kooltjesb.	N.os des Coups.	Trajet de Kooltjesb. à Zevenb.	Trajet de Zevenboom. à Kooltjesb.
	"	"		"	"
1	52,90	51,17	14	52,99	51,07
3	52,69	50,89	16	52,90	51,08
4	52,71	50,68	17	52,64	51,28
5	52,92	50,80	18	52,90	51,21
6	52,84	50,86	19	52,87	51,18
7	53,04	50,89	20	52,92	51,33
8	52,89	51,01	22	52,91	51,38
9	52,79	51,00	23	52,64	51,35
11	52,83	50,99	24	52,57	51,32
12	52,77	50,96	25	52,90	51,14
13	52,79	51,10	26	52,96	51,01

La moyenne de ces vingt-deux observations est 51",96, résultat indépendant de l'effet du vent. Et comme la base étoit de 17669,28m., soit 9664,7044 brasses, nous obtenons pour la vitesse du son, d'après ces expériences, 340,06m. ou 1116,032 pieds anglais par seconde.

Maintenant

Maintenant la température étoit,

à Zevenboompjes...... 11°,21 C. } moy. 11°,16. C. $= t$
à Kooltjesberg......... 11, 11 }

La hauteur moyenne du baromètre, corrigée pour l'effet de la capillarité, et réduite à la température de 0° C étoit,

à Zevenboompjes ...... 0,7439^m } moy. 0^m,74475 $= p$
à Kooltjesberg .... 0,7456 }

La tension moyenne de la vapeur aqueuse de l'atmosphère, déterminée au moyen de l'hygromètre de Mr. Daniell, étoit,

à Zevenboompjes .. 0,00901235^m } 0,00925307^m $= f$
à Kooltjesberg..... 0,00949378 }

La valeur de la gravité, calculée pour la latitude moyenne entre celles d'Amersfoort et de Naarden, par la formule connue,

$$g = (g)\,(1 - 0{,}002837 \cos 2\,l),$$

est.. 9812,03 $= g$.

Le rapport de la chaleur spécifique de l'air quand le volume est constant, à cette même chaleur quand l'air est soumis à une pression constante, est, d'après les expériences de Gay-Lussac et Welter,

$$1{,}374 = \frac{c'}{c}.$$

Reste à déterminer la quantité D, ou la densité de l'air; celle du mercure étant prise pour unité. Biot et Arago ont trouvé que la densité de l'air parfaitement sec, sous une pression barométrique de 0,76m, étoit égale à l'unité divisée par 10466,82. Mais quand cette pression change et devient p, tandis que la température devient t, nous avons par la loi de Mariotte,

$$D = \frac{p}{10466{,}82 \times 0^m{,}76\,(1 + t.\,0{,}00375)}.$$

Introduisant dans cette formule la correction pour la va-

peur aqueuse qui existe dans l'air, et appelant F cette tension, nous trouvons :

$$D = \frac{p - \frac{3}{8} F}{10466,82 \times 0,76^m \, (1 + t. \, 0,00375)}.$$

Toutes ces quantités étant substituées dans l'équation

$$v = \sqrt{\frac{gp}{D}} . \sqrt{\frac{c'}{c}},$$

donnent pour la vitesse du son, dans les circonstances atmosphériques du 27 juin 1823, $v = 335,14$ mètres, ou 1099,885 pieds anglais. La différence entre la théorie et l'expérience, est de 4,92 mètres ou 16,147 p. a.

Expériences sur la vitesse du son, du 28 juin 1825, comparées avec la théorie.

Le 28 juin 1825, quatorze coups simultanées furent également vus et entendus aux deux stations : le tableau suivant contient les résultats des observations.

N.os des coups.	Trajet de Kooltjesb. à Zevenb.	Trajet de Zevenboom. à Kooltjesb.	N.os des coups.	Trajet de Kooltjesb. à Zevenb.	Trajet de Zevenboom à Kooltjesb.
	″	″		″	″
3	51,81	52,12	10	52,18	50,17
4	51,94	52,10	12	52,40	52,19
5	51,77	51,28	14	52,27	52,62
6	51,98	52,51	15	52,27	51,66
7	52,17	52,46	17	52,23	51,52
8	52,15	52,28	18	52,49	51,99
9	52,25	53,10	19	52,56	51,60

La moyenne de ces vingt-huit observations est 52″,07: ce qui, vû la distance connue des deux stations, donne une vitesse de 339,34 mètres, ou 1113,669 pieds anglais par seconde.

La temperature moyenne durant ces expériences, étoit,

à Zevenboompjes. $10°,07$ C. } moy. $11°,215$ C. $= t$.
à Kooltjesberg.... $11, 36$ }

La hauteur moyenne du barometre, corrigée pour la capillarité et reduite à $0°$ C, étoit,

à Zevenboompjes... $0,7476^m$ } moy. $0,74815^m. = p$
à Kooltjesberg..... $0,7487$ }

Enfin la tension moyenne de la vapeur aqueuse, mesurée au moyen de l'hygromètre de Mr. Daniell, étoit $0,000840465 = F$. Ces valeurs étant substituées dans la formule générale, nous avons pour la vitesse du son, dans les circonstances atmosphériques du 28 juin 1823, $a = 335,10$ mètres ou 1099,753 pieds anglais. La différence entre ce résultat de la théorie et celui de l'expérience, est donc, 4,24m. ou 13,916 p. a. Cette différence étoit, le 27 juin, de 4,92 m. ou 16,137 p. a.

Ces deux résultats tendent l'un et l'autre à prouver que la vitesse réelle du son est plus grande que celle qui est deduite du calcul.

La différence entre les résultats des expériences des 27 et 28 juin, n'est que de 0,62 m. ou 2,3629 p. a., c'est-à-dire environ $\frac{1}{472}$ du résultat moyen.

Les physiciens français trouvèrent, entre leurs expériences du 23 et du 24 juin 1822, une différence de $\frac{1}{90}$. Mais la différence $\frac{1}{472}$, que nous avons obtenue, s'atténue considérablement, si nous réduisons les observations des deux jours à ce qu'elles auroient été dans un air parfaitement sec et à une température de $0°$ C. La valeur obtenue pour la vitesse du son, pour un état hygrométrique et une température de l'air, donnés, est réduite à ce qu'elle seroit pour un air sec et une température de $0°$ C., au moyen de la formule suivante, dans laquelle U' est cette dernière valeur, et U celle

de la vitesse pour une tension F de la vapeur aqueuse.

$$U' = \frac{U}{\sqrt{1 + 0,00375}} \times \sqrt{\frac{F}{(1 - 0,37651)p}}$$

Le 27 juin 1823, nous avions,

$U = 340,06^m = 1110,032$ pieds anglais
$t = 11°,16$
$F = 0,00925307$
$p = 0,74475.$

Substituant ces quantités dans la formule ci-dessus, nous avons

$U' = 339,34^m = 1113,669$ p. a.
$t = 11°,215$
$F = 0,00840465$
$p = 0,74815.$

D'où résulte,

$U' = 331,72^m = 1088,661$ p. a.

Ainsi, la différence entre les résultats des expériences des deux jours, réduits à l'air sec et à la température 0° C., est seulement de 0,66m. = 2,166 p., ou $\frac{1}{503}$ du résultat moyen.

Si donc on prend la moyenne des résultats de nos expériences du 27 et du 28 juin, on trouve pour la vitesse du son, dans un air parfaitement sec et à la température de 0° C., $332,05^m = 1089,744$ p. a. par seconde.

Expériences du 25 juin, dans lesquelles les coups n'étoient pas correspondans.

Les expériences suivantes serviront, je pense, à prouver que, dans les recherches sur la vitesse du son, on ne peut compter que sur les observations, où les coups sont simultanées, et également vus et entendus aux deux stations. Le 25 juin, comme nous l'avons dit, les coups tirés à

Zevenboompjes n'étoient pas entendus à Kooltjesberg, mais ceux de la première station, étoient entendus distinctement à la seconde. Le tableau suivant offre les temps écoulés entre l'apparition de la lumière à Kooltjesberg et l'arrivée du son à Zevenboompjes.

N.os des coups.	Temps écoulés.	N.os des coups.	Temps écoulés.
	″		″
1	52,31	12	52,27
2	52,59	14	52,52
4	52,47	15	52,54
7	52,20	16	52,43
8	52,47	17	51,91
10	52,17	19	52,50

Moyenne des 12 observations, 337,29m. ou 1107, 268 p. a. par seconde.

La température moyenne, au moment de ces expériences, étoit,

à Zevenbompjes....... 7°,41 C.
à Kooltjesberg........ 8,54 } moy. 7°,975 C. = t

La hauteur moyenne du baromètre, corrigée pour le capillarité, et réduite à 0° *C.*

à Zevenbompjes.......... 0,7522m
à Kooltjesberg........... 0,7538 } moy. 0,7530 = p

La tension moyenne de la vapeur aqueuse répandue dans l'air, étoit,

à Zevenboompjes 0,00737444
à Kooltjesberg 0,00706966 } moy. 0,00722205 = F.

Ces valeurs substituées dans la formule, donnent, pour une température de 0° C. et un air parfaitement sec,

$$U' = 331,85^{m} = 1089,087 \text{ p.}$$

Expériences du 26 Juin 1823, dans lesquelles les coups n'étoient pas correspondans.

Le 26 juin, les coups suivans furent tirés à Zevenboompjes et entendus à Kooltjesberg; mais aucun de ceux qui furent

tirés à la première de ces stations, ne fut entendu à la seconde.

N.os des coups.	Temps écoulés.	N.os des coups.	Temps écoulés.
	"		"
1	50,20	11	50,99
2	50,80	12	50,81
3	51,44	13	51,00
4	52,20	14	51,01
5	51,10	16	51,12
9	50,11		

Moyenne des onze observations, 346,59 m., ou 1137,134 p. par seconde.

Tempér.	à Zevenboompjes	11°,57 C.	moy. 12°,055 C. = t.
	à Kooltjesberg	12, 54	
Baromètre	à Zevenboompjes	0,7493m.	moy. 0,75025 m. = p.
	à Zooltjesberg	0,7512	
Tens. de la vap. aq.	à Zevenboom.	0,00892922	moy. 0,00952149 = F.
	à Zooltjesb.	0,01011376	

Ces valeurs substituées dans la formule, donnent, pour une température de 0° C. et un air sec,

$$U = 338{,}20\,\text{m.} = 1109.927\ \text{p.}$$

Il y a donc une difference de 6,35 m. ou 20,840 p. par seconde, entre le résultat des expériences du 25 et celui des expériences du 26, dans lesquelles les coups n'étoient pas correspondans. Cette difference est environ $\frac{1}{53}$ du résultat moyen de ces deux séries d'observations, tandis que la différence des résultats provenant des deux séries dans lesquelles les coups étoient correspondans, ne s'élevoit qu'à $\frac{1}{563}$ du résultat moyen.

Cette correspondance ou simultanéité des coups aux deux stations est, à mon avis, ce qui donne quelqu'importance à nos résultats : elle est due au soin et à l'adresse des artilleurs qui servoient nos pièces.

TABLEAU contenant les résultats des expériences faites sur la vitesse du son; par divers physiciens.

	Noms des observateurs.	Epoque de l'expérienc.	Pays où elle se fit.	Longueur de la base en pieds.	Vitesse du son par seconde en pieds.
1	Mersenne..................	....	France....	....	1469,88
2	Académie de Florence......	1660. ..	Italie.....	5905,8.........	1184,44
3	Walker....................	1698....	Angleterre.	2624,8.........	1305,83
4	Cassini, Huyghens, etc.....	....	France....	6906,50..	1151,63
5	Flamsteed et Halley........	....	Angleterre.	16405,0........	1141,78
6	Derham....................	1704 et 5	Idem.....	5249,6 à 6562 }	1141,78
7	Académie française.........	1738....	France....	75177,55 à 93593,8 }	1092,57; 0° R.
8	Blanconi..................	1740....	Italie.....	7874.........	1043,35
9	La Condamine..............	1740....	Quito.....	67401,58.......	1112,25
10	La Condamine.............	1744....	Cayenne..	129366,54.......	1174,59
11	T. F Mayer...............	1778....	Allemagne.	3702,40........	1105,69
12	G. E. Muller.............	1791....	Idem.....	8530,6........	1108,97
13	Epinosa et Banza..........	1794....	Chili.....	53627,94.......	1168,50
14	Benzenberg...............	1809....	Allemagne.	29765,23	1092,57. 32° F.
15	Arago, Mathieu, Prony.....	1822....	France....	61065,97.......	1086
16	Moll, Van-Beek et Kuytenbrouwer............	1823....	Pays-Bas..	5797290,76.......	1089,7445 à 32° F. air sec.

Renvois aux ouvrages où les résultats du Tableau précédent sont consignés.

1 *Mersenne* De Arte Ballisticâ. Prop. 39.

2 Tentamina Experim. Acad. del Cimento; L. B. 1738. Part. II. p. 116.

3 Philos. Trans. 1698. N.o 247.

4 *Duhamel.* Hist. Acad. Reg. L. II, Sect. 3, Cap. II.

5 Philos Trans. 1708 et 1709.

6 Ibid. ibid.

7 Mém. de l'Acad. des Sc. 1738 et 1739.

8 Comment. Bononienses. Vol. II, p. 365.

9 *La Condamine.* Introd. Histor. etc. 1751, p. 98.

10 Mém. de l'Acad. Roy. des Sc. 1745, p. 488.

11 *J. T. Mayer;* Praktisch. Geom. Gottingen 1792, B. I, p. 166.

12 *Muller;* Gotting. Gelehrt. Anzeige, 1791, St. 159, et *Voigts* Magazin etc. B. 8, St. I, p. 170.

13 Annales de Chim. et de Phys. T. VII, p. 93.

14 *Gilbert's* Annalen; Neue Folge B. V, p. 383.

15 Connoissance des Tems. 1825, p. 361.

MINERALOGIE.

NOTICE SUR UN GISEMENT DE STRONTIANE SULFATÉE, découvert dans la Commune de Mons, arrondissement d'Alais, Depart. du Gard, par L. A. D. F.; lue à la Société de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève.

La strontiane, reconnue d'abord en Ecosse, fut ensuite trouvée en Allemagne, en Suisse, en Sicile, en France, etc.; mais, soit qu'on la confonde encore avec la baryte avec laquelle elle a tant de rapports extérieurs, soit qu'on l'ait peu recherchée depuis qu'on sait la distinguer de cette dernière substance, soit qu'effectivement elle soit moins répandue sur notre globe que les autres sortes de pierres, on ne cite que peu de nos départemens où elle ait été rencontrée.

La strontiane sulfatée découverte près de Vézenobres, il y a quatre ans, par Mr. J.s Renaux, sur laquelle j'adressai une notice à Mr. Brongniart, et à Mr. de Blainville qui l'inséra dans son Journal (T. 92, p. 288), ne consistoit qu'en quelques vésicules. Nous les enlevames toutes pour en donner des échantillons aux curieux : peut-être en suivant la direction des couches qui les renfermoient, on pourroit en retrouver d'autres, mais je l'avois tenté en vain à plusieurs reprises, lorsque le hasard m'en présenta un nouveau gisement dans la commune de Mons. La disposition de cette nouvelle veine, sa largeur, une sorte de cristallisation régulière dans quelques morceaux, l'arrangement des fibres dans les autres, quelques-uns plus ou moins mélangés de terre calcaire, ou plutôt des pierres calcaires plus ou moins pénétrées de molé-

cules de strontiane, diffèrent sensiblement du gisement de Vézenobres. Je fis quelques essais pour m'assurer que je ne m'étois pas trompé, et je déterminai la pesanteur spécifique des échantillons qui me parurent les plus purs; elle est (terme moyen) 3,9242. Les naturalistes auxquels j'offre la strontiane de Mons, l'analyseront mieux que moi, et la description dont je pourrois l'accompagner leur seroit inutile; mais ils me sauront quelque gré des notes que je puis seul leur fournir sur son gisement.

C'est l'usage de désigner les substances minérales et les formations géognostiques par le nom des lieux où elles se rencontrent le plus habituellement: mais la commune de Mons, comme celle de Vézenobres faisant partie de l'arrondissement d'Alais, il seroit peut-être plus convenable de confondre sous le même nom de strontiane sulfatée d'Alais, les deux gisemens et ceux qu'on peut trouver encore dans les terrains analogues aux environs de cette ville.

Pour fixer la position du dernier que j'ai rencontré, je dirai qu'il est près de Célos, commune de Mons, à 780 décamètres au nord-est de Vézenobres, à 8 kilom. à l'est d'Alais, élevé de 180 mètres au-dessus de la Méditerranée.

La veine est à la surface du sol; elle a trois mètres dix centim. de longueur; étranglée par intervalles, elle a jusqu'à six centim. de large en quelques points. Elle semble s'enfoncer perpendiculairement, mais en la creusant avec un outil pour en retirer la strontiane, je reconnus qu'elle étoit un peu inclinée et qu'elle se rétrécissoit dans l'intérieur; elle étoit en partie remplie de terre argileuse, jaunâtre comme celle des champs voisins; quelques morceaux de strontiane adhéroient à ses parois, d'autres étoient détachés et séparés entr'eux par la même terre.

La roche qui la renferme est d'un calcaire compacte, gris-jaunâtre, par lits presqu'horizontaux, les uns à grains fins,

d'autres à grains grossiers, de différens degrés de dureté; ils ne renferment aucune trace de coquilles pétrifiées; je n'en ai point trouvé dans le voisinage; mais sur les collines environnantes, dans une roche blanche, compacte, à grains très-fins, il y en a une quantité très-considérable; elles sont tellement empâtées dans cette pierre qu'il est impossible de les en séparer et de les voir entières; mais comme elles sont cristallisées et qu'elles se présentent sous tous les aspects dans les cassures, on y reconnoît beaucoup gryphées.

Les géognostes ont établi qu'en général la baryte se trouvoit dans les terrains plus anciens que ceux qui renferment la strontiane et très-rarement au-dessus; et que celle-ci ne se trouvoit peut-être jamais au-dessous du calcaire à gryphites, couche inférieure du terrain de sédiment moyen.

Il n'y a pas de règles sans exception dans la nature, peut-être trouvera-t-on quelqu'intérêt à celles que je vais signaler.

Dans cet arrondissement, la baryte de Rochebelle et surtout celle de Mas-Dieu au nord d'Alais, sont de beaucoup supérieures à la strontiane.

Il y a près des veines de Vézenobres, des bélemnites et quelques débris marins pétrifiés, et sur la montagne, de grosses ammonites, quelques spatangues, etc., mais point de gryphées. Ces derniers fossiles sont fort communs, au contraire, un quart de lieue au nord et à l'est de la veine de Mons et à-peu-près au même niveau, tandis que les gryphées de Sauvages, d'une formation bien différente de celles-ci, à la vérité, se trouvent cent quarante mètres plus haut. (Bibl. Univ. janvier 1820).

Alais, nov. 1824.

PHYSIOLOGIE ANIMALE.

Considérations sur la production de l'acide urique ; par Ch. Coindet, Méd. et Ch., Membre de plusieurs Sociétés savantes.

Plus on approche des derniers anneaux de cette grande chaîne d'êtres, qui constitue le règne animal, plus l'organisation se simplifie ; les reins en offrent un exemple frappant ; ces organes qui chez les mammifères sont composés de deux substances, la médullaire et la corticale, ne sont plus formés que de cette dernière dans les autres classes des animaux vertébrés. Mr. Cuvier a parfaitement décrit dans ses leçons d'anatomie comparée, ces deux grandes différences de la structure intérieure des reins. Je puise dans cet ouvrage les détails suivans que d'ailleurs, j'ai souvent eu l'occasion de vérifier.

Les reins des mammifères sont essentiellement semblables à ceux de l'homme dans leur structure intime. Le sang s'y rend, et s'en retourne par des vaisseaux analogues qui se distribuent dans leur intérieur de la même manière. On y distingue de même deux substances tout-à-fait semblables à celles des reins de l'homme, et leur canal excréteur commence par une ou plusieurs portions évasées, qui reçoivent l'urine de canaux excréteurs d'un autre ordre.

Dans les oiseaux on ne peut y distinguer deux substan-

ces, quel que soit le sens dans lequel on les coupe; aussi n'y trouve-t-on plus, comme dans les reins des mammifères, deux sortes de canaux excréteurs, car on doit distinguer les canaux qui forment la substance médullaire, de l'uretère qui commence proprement avec les calices. Ici ce dernier canal commence dans la substance des reins, par une foule de petites racines très-déliées, qui se voient dans toutes les parties de ces glandes, et qui se réunissent en formant des pinceaux. Il naît de leur rassemblement successif des rameaux, puis des branches qui concourent à former, puis à grossir l'uretère.

Les reins des reptiles ressemblent à ceux des oiseaux et des poissons par l'impossibilité d'y reconnoître deux substances, et par le défaut de calice ou de bassinet.

Dans les poissons leur substance est molle, d'un rouge brun et très-uniforme dans toute son étendue. Les nombreuses racines des canaux urinifères y prennent naissance à la manière des canaux biliaires; ces canaux d'abord transparens, deviennent opaques en grossissant et prennent souvent une couleur argentée. Leurs rameaux et leurs branches se rassemblent enfin, comme dans les deux classes précédentes, en un tronc conique.

Je passe maintenant à un examen correspondant des sécrétions rénales.

Dans l'état de santé, l'urine de l'homme ne contient qu'un ou deux millièmes d'acide urique; cette quantité est si insignifiante qu'elle pourroit être négligée; dans l'état de maladie, la quantité de cet acide peut augmenter considérablement; c'est un sujet dont je parlerai plus au long à la fin de ce Mémoire.

J'ai examiné avec quelque soin l'urine de six espèces de singes; elle ne contient pas un atome d'acide urique;

sa couleur est assez généralement d'un jaune tirant un peu sur le vert ; elle a une odeur urineuse, qui diffère cependant de celle de l'homme ; sa pesanteur spécifique a varié entre 1,0045 et 1,0108. Le nitrate d'argent et celui de baryte y déterminant un précipité blanc fort abondant ; cette urine contient, en assez grande quantité, plusieurs sels de potasse, ce qui la rapproche de celle des mammifères herbivores.

L'urine de ces mammifères est la première qui ait été soumise à une analyse méthodique ; Rouelle fit des recherches sur celle du cheval et de la vache en 1773, et sur celle du chameau en 1777 ; il découvrit plusieurs faits importans. Vingt ans plus tard, Fourcroy et Vauquelin reprirent conjointement ce travail, et c'est surtout dès-lors que l'on a pu tirer de solides conclusions de l'analyse de cette sécrétion. Ces chimistes confirmèrent en grande partie les résultats obtenus par Rouelle. Ils étendirent ensuite leurs recherches à d'autres mammifères, et publièrent des faits d'une haute importance, en particulier sur l'urée, substance dont Rouelle et Cruickshanks avoient seulement entrevu l'existence.

Voici les caractères qui distinguent ce fluide excrémentiel dans les deux grandes sections des mammifères, les carnivores et les frugivores, d'après la comparaison que j'ai faite de ces analyses.

L'urine des carnivores contient de l'acide phosphorique, des phosphores et des sels dont la plupart ont la soude pour base. Celle des herbivores, au contraire, n'offre aucune de ces substances, mais contient de l'acide benzoïque, des benzoates, des carbonates, et beaucoup de sels dont la potasse forme la base, produits que l'on ne rencontre pas dans l'urine saine des carnivores adultes. En outre, l'urine des carnivores est limpide, jamais filante ; elle dépose

peu, a une couleur plus foncée, une odeur forte, fétide, et paroît très-disposée à la décomposition; tandis que celle des herbivores est filante, peu colorée, se trouble très-vîte après être sortie de ses canaux, a souvent une odeur aromatique qui n'est point désagréable, enfin, est moins disposée à la fermentation.

Les deux caractères suivans, communs aux sécrétions rénales des mammifères carnivores et des frugivores, méritent plus l'attention que tous les traits qui les distinguent entr'elles; elles contiennent beaucoup d'urée, mais pas trace d'acide urique, du moins les analyses les plus soignées n'ont pu découvrir cette substance dans l'urine d'aucun mammifère.

Ces résultats ont été confirmés par plusieurs chimistes, un seul, à ma connoissance, éleva quelque doute sur leur exactitude; Mr. Brand annonça de l'acide urique dans l'urine du chameau, et du phosphate de chaux dans celle du cheval; Mr. Chevreul répéta les expériences du chimiste anglais, signala la source de ses erreurs, et confirma les faits annoncés par MM. Fourcroy et Vauquelin. . . .

L'on voit donc que les altérations déterminées dans la composition de l'urine de la première classe des vertébrés, par les différences de structure et de fonctions de l'appareil digestif, se bornent à la production ou à la disparition de quelques substances peu abondantes, d'une importance pour ainsi dire secondaire, mais n'influent en aucune manière sur la formation de l'acide urique.

Quelques années plus tard, ces savans firent aussi l'analyse des secrétions rénales des oiseaux; ils les trouvèrent formées d'une substance blanche, friable, et réunissant les propriétés de l'acide urique. Il résulte de leurs expériences que l'organisation du tube digestif, et le genre de nourriture, occasionnent quelque différence correspondante dans

la proportion des sels terreux qui concourent à former ces excrétions, mais que l'acide urique en est la base; et qu'elle offre de plus ce caractère commun, c'est qu'on n'y retrouve jamais la moindre particule d'urée.

Diverses considérations m'ayant engagé à répéter ces analyses, elles m'ont conduit à des résultats qui me semblent dignes de quelqu'attention.

Les oiseaux graminivores se débarrassent généralement de leur urine en même temps que de leurs matières fécales, auxquelles on la retrouve unie d'une manière assez constante. Cette secrétion, de couleur blanche, de consistance crayeuse, d'un toucher onctueux, n'excède pas la onzième partie du poids des excrémens. Mise sur les charbons ardens, elle noircit à l'instant et répand une odeur fortement ammoniacale.

En suivant un procédé d'analyse que je ne tarderai pas à décrire, j'obtins les résultats suivans:

Faisan doré:

Acide urique...............	88,47	100,00.
Ammoniaque...............	8,47	9,57.
Phosph. calc.	1,48	1,68.

Faisan argenté.

Acide urique...............	91,06	100,00.
Ammoniaque...............	3,10	3,40.
Phosph. calc.	5,83	6,41.

L'urine des oiseaux carnivores, surtout des aigles, est presque liquide, et dans cet état il est difficile de la recueillir; elle est secrétée en très-grande abondance, aussi ces animaux s'en débarrassent-ils souvent sans qu'elle soit mêlée d'un atôme de matière fécale; lorsqu'elle a perdu sa partie aqueuse on la trouve en masse, d'une belle couleur blanche, pesant quelquefois plusieurs grammes, mais d'ailleurs semblable, au toucher et à la vue à celles qu'excrètent

qu'excrètent les oiseaux graminivores. Réduite à ses parties solides, l'urine des aigles forme les deux tiers au moins de la masse totale des excrémens.

Environ quatre grammes de cette urine furent traités de la manière suivante.

On lava d'abord cette matière, dans l'intention de dissoudre les mucosités qu'elle pouvoit contenir; puis on la jeta sur un filtre; l'eau qui passa, limpide et sans couleur, faisoit revenir au bleu le papier de tournesol rougi par un acide, et jaunissoit l'infusion de campêche; cette eau fut évaporée à un feu très-doux; elle laissa sur la capsule une couche d'une substance blanche fort semblable en apparence à celle même qui étoit soumise à l'analyse, et qui essayée par l'acide nitrique et la potasse caustique, parut composée presqu'en totalité d'acide urique et d'ammoniaque. En second lieu on fit digérer ce produit excrémentiel dans de l'alcool à 40°. qui ne parut pas avoir sur lui d'action manifeste. Ce qui étoit resté sur le filtre avoit à peine perdu de son poids, et fut divisé en deux parties qui furent traitées par un procédé différent.

Partie A. On versa sur cette partie une solution de potasse caustique qui la dissolvoit presqu'en entier; il s'éleva pendant cette opération une légère fumée blanchâtre d'une odeur ammoniacale très-prononcée; la solution filtrée avoit une légère couleur jaune citron; elle étoit fort limpide; en y versant de l'acide muriatique affoibli, il se forma instantanément en précipité blanc fort abondant qui gagna lentement le fond du vase. Ce précipité, lavé et séché, se présentoit sous la forme d'une poudre très-fine, d'un beau blanc, qui prenoit une belle couleur rouge par l'action de l'acide nitrique, etc., etc.; enfin, c'étoit de l'acide urique pur.

Ce qui restoit sur le filtre avoit une couleur grisâtre, pesoit

au plus deux grains, et présentoit les caractères du phosphate de chaux.

Partie B. On la fit digérer pendant quelques heures, à une douce chaleur, dans de l'acide hydrochlorique affoibli; elle n'en parut pas altérée. Alors on jeta le tout sur un filtre. Le liquide qui passa fut soumis à l'évaporation; d'abord transparent et sans couleur, il acquit bientôt une teinte jaune citron qui, par degrés, devint plus intense; enfin, il laissa dans la capsule des cristaux un peu grisâtres, qui émettoient une odeur d'ammoniaque extrêmement piquante lorsqu'on versoit sur eux quelques gouttes d'une solution de potasse caustique.

La substance qui étoit restée sur le filtre avoit une belle couleur blanche; après avoir été bien lavée, elle se dissolvoit entièrement dans la potasse, prenoit une belle couleur pourprée par l'action de l'acide nitrique, etc., etc.; en un mot, c'étoit de l'acide urique pur.

Cette urine est donc composée:

1.° d'acide urique;

2.° d'ammoniaque;

3.° d'une quantité fort petite de phosphate de chaux.

Telle fut la marche que je suivis pour l'analyse de la partie solide de l'urine des oiseaux carnassiers, dont je cherchai dans les essais subséquens, à déterminer exactement les élémens: j'obtins les résultats suivans:

Aigle bateleur du Sénégal.

Acide urique	89,79	—	—	100,00
Ammoniaque	7,85	—	—	8,20
Phosphate de chaux.......	2,35	—	—	2,60

Aigle chasseur d'Amérique.

Acide urique	90,37	—	—	100,00
Ammoniaque	8,87	—	—	9,42
Phosphate de chaux......	0,75	—	—	1,11

Aigle pêcheur de Terre-Neuve.

Acide urique	84.65	— —	100,00
Ammoniaque	9,20	— —	10,86
Phosphate de chaux	6,13	— —	7,40

Grand-Duc de Virginie.

Acide urique	88,71	— —	100,00
Ammoniaque	8,55	— —	8,99
Phosphate de chaux	2,72	— —	3,09

Analyse de la partie liquide des secrétions rénales des oiseaux carnivores.

13,746 d'urine fraîche, contenoit environ 8,000 d'un liquide qui, filtré, avoit une belle couleur vert-pomme. Sa gravité spécifique varioit de 10082 à 10093. Cette urine moussoit lorsqu'on l'agitoit ; elle avoit l'odeur qui caractérise la même secrétion chez les animaux carnassiers; c'est à sa dessication qu'est due la couleur verte que les excrémens de ces oiseaux prennent souvent ; ce liquide rougit les couleurs bleues végétales; ce qui dépend, sans doute, de l'acide urique qu'il tient en solution.

La teinture de noix de galles, ne produit aucun effet.

Le nitrate d'argent produit un précipité blanc abondant, que l'acide nitrique dissout presqu'entièrement ; la partie insoluble de ce précipité est d'une belle couleur verte, et après quelques minutes, tombe au fond du vase; elle est formée par une matière animale.

Cette urine évaporée avec soin, a conservé sa belle couleur verte jusqu'au moment où le résidu qu'elle a laissé s'est desséché; ce résidu avoit une couleur jaune brunâtre; il se dissolvoit aisément dans l'eau. L'esprit-de-vin à 40° le dissolvoit en partie, et prenoit une couleur jaune brun foncé.

Les sels que l'alcool laissoit au fond de la capsule étoient à la partie extractive dans la proportion de 3 à 4. Cette

substance extractive avoit toute l'apparence de l'urée; elle formoit comme elle des cristaux nacrés et lamellés avec l'acide nitrique; sa décomposition, soit spontanée, soit au moyen de l'ébulition, offroit absolument les mêmes phénomènes que l'urine. Les sels contenoient de l'acide sulfurique, muriatique et phosphorique, de la chaux, de la potasse et de la soude.

La nature des alimens, suivant qu'ils sont d'origine animale ou végétale, paroît déterminer dans la composition des secrétions rénales des oiseaux, des différences plus importantes que celles que nous lui avons attribuées chez les mammifères.

Nous pouvons conclure de qui précède:

1.° Que des alimens tirés en totalité du règne animal ne déterminent jamais, dans les secrétions rénales des mammifères, la production d'une quantité quelconque d'acide urique; mais qu'ils y augmentent de beaucoup la proportion de l'urée. 2.° Que chez les oiseaux, dont les secrétions rénales consistent essentiellement en acide urique et en ammoniaque, l'urée se retrouve en quantité très-notable chez les carnivores et disparoît en totalité chez les granivores.

Il eût été facile de prévoir ces résultats en examinant de plus près la raison sur laquelle repose la théorie actuellement reçue: l'azote, dit-on, qui est introduit dans l'économie, doit s'échapper sous quelque forme, et l'acide urique contenant beaucoup d'azote est produit dans ce but; mais on avoit oublié sans doute que de tous les produits animaux l'urée est celui qui contient le plus d'azote, qu'elle en contient plus que l'acide urique lui-même; en conséquence, lorsqu'on se nourrit d'alimens très-azotés la quantité de l'urée peut être augmentée, et l'azote peut sortir du corps, sans qu'il soit nécessaire d'admettre la production d'une certaine quantité d'acide urique.

Un phénomène plus important à déterminer, et que je n'ai indiqué qu'en passant, c'est le rapport que présentent dans les secrétions rénales des mammifères et des oiseaux, l'urée et l'acide urique, combien l'alimentation animale augmente l'un et l'autre de ces produits dans ces deux classes respectivement. Les rapports de l'urée, dans l'urine des herbivores et des carnivores, n'est pas facile à préciser; nous savons seulement que cette substance est très-abondante dans l'urine des carnivores, et l'est beaucoup moins dans celle des herbivores. Mais dans les oiseaux, quelle immense différence! Tandis que chez les graminivores les rapports de l'urine aux matières fécales sont comme un onzième du poids moyen, chez les carnivores ils sont au moins le double, c'est-à-dire vingt-deux fois plus forts que dans l'autre section. Les faits qui précèdent déterminent d'une manière très-évidente le genre de changement que la digestion détermine dans les fonctions des reins.

Avant de passer outre, il convient d'examiner dans quel rapport sont l'ammoniaque et l'acide urique; la constance de ce rapport fait pressentir qu'elle dépend de quelque loi atomique.

Mr. Bérard a donné, dans sa thèse sur l'analyse des substances animales, la composition des urates de baryte et de potasse, comme il suit pour cent parties.

Acide urique	61,64	Baryte	38,36
Acide urique	70,11	Potasse	29,89

D'après ces données, j'ai trouvé par le calcul que, suivant son analyse de l'urate de baryte, celui d'ammoniaque devoit être composé :

d'acide urique............	85,79	100,00
ammoniaque	14,20	16,49

De même, par calcul, en prenant son analyse de l'urate

neutre de potasse, celui d'ammoniaque devoit être composé comme suit :

Acide urique	84,64	100,00
Ammoniaque	15,35	18,16

Il y a donc une différence de 1,52 dans la composition de l'urate d'ammoniaque, suivant qu'on la détermine d'après l'analyse que Mr. Berard a donnée de l'urate de baryte ou de celle de l'urate de potasse ; ce qui dépend évidemment d'une erreur dans son analyse.

Maintenant si nous prenons la même quantité d'acide, et seulement la moitié de l'alcali, nous obtenons pour la composition du sururate d'ammoniaque,

par la potasse,	ac. ur. 100	ammon.	9,08
par la baryte	100		8,24

résultat qui se rapproche singulierement de ceux que j'ai obtenus par l'analyse de l'urine des oiseaux.

Non content de ces résultats, j'ai voulu voir s'ils s'accordoient avec une analyse et une synthèse de l'urate d'ammoniaque, faite avec quelque soin.

Dans ce but, je composai ce sel en mêlant deux solutions fort étendues d'eau, l'une d'oxalate d'ammoniaque, l'autre d'urate de potasse, aussi neutres que possible. Au moment du mélange, toute la liqueur se prit en une gelée transparente, avec une légère teinte opaline ; mais au bout de peu de temps, elle prit de la fluidité, une couleur blanche laiteuse, et l'urate d'ammoniaque se précipita au fond du verre ; il fut recueilli sur un filtre, lavé avec de l'eau distillée, et séché avec soin ; il étoit alors pulvérulent, d'un beau blanc mat, avoit un toucher onctueux, point de goût, ni d'odeur.

2,825 de cet urate mis en digestion dans de l'acide muriatique étendu d'eau furent jetés sur un filtre, puis lavés et séchés ; cette quantité étoit alors réduite à 2,372, en

y comprenant 0,020 d'acide urique retrouvé dans les eaux de lavage; ce qui établit la proportion d'acide urique 100, ammoniaque 19,10. Sous-urate 9, 55.

De l'acide urique très-pur, saturé d'ammoniaque jusqu'à ce qu'il fût absolument neutralisé, puis pesé, m'a donné les résultats suivans; acide urique 100, ammoniaque 19,48; donc sous-urate 9,74.

L'ammoniaque et l'acide urique paroissent donc en proportion déterminée dans les secrétions rénales des oiseaux; l'on sent combien ce fait rendroit facile l'analyse des substances animales, combien il éclaireroit la physiologie s'il pouvoit s'étendre à tous les produits ternaires et quaternaires qui entrent dans leur composition; malheureusement il ne faut point y compter.

En 1812, Mr. Charles de Schreber, conservateur du Musée d'Histoire Naturelle de Vienne, a donné une description très-détaillée des secrétions rénales des lézards. Il nourrissoit sept ou huit espèces de ces animaux, dans le but d'en observer les habitudes; il s'aperçut qu'ils rendoient toujours avec leurs excrémens une petite quantité d'une substance blanche, friable, d'un toucher onctueux et d'une odeur urineuse assez forte; il fut bientôt convaincu qu'elle étoit analogue à l'urine des mammifères; s'étant assuré, par l'action de l'acide nitrique, que la plus grande partie de ce singulier produit consistoit en acide urique, il en envoya une certaine quantité à Mr. le Dr. Scholtz. Cet habile chimiste l'analysa avec beaucoup de soin, et trouva que 100 parties de ces calculs en contenoient 94 d'acide urique, 2 d'ammoniaque, 3,33 de phosphate de chaux, et 0,67 de silice qui s'y étoit accidentellement mêlée; quelque satisfaisans que fussent ces résultats on ne négligea point de rechercher l'urée, mais rien n'indiqua sa présence.

Bientôt après, Mr. le Dr. Proust, qui ne paroît pas avoir

eu connoissance des résultats obtenus par MM. Schreber et Scholtz, examina la même secrétion d'un boa constrictor et la trouva tout-à-fait analogue à celle dont je viens de donner l'analyse.

Le Dr. John Davy envoya de Ceylan un Mémoire qui fut lû en 1818 à la Société Royale de Londres ; il y donne les analyses qu'il avoit faites dans cette île, des secrétions rénales de plusieurs genres de sauriens, de cheloniens, et d'ophidiens ; il eut l'avantage d'opérer sur de grandes quantités, et confirma les résultats obtenus par les chimistes d'Europe.

MM. Prevost et Dumas et le Dr. Davy, ont analysé l'urine des batraciens ; ils ont trouvé qu'elle contenoit une quantité notable d'urée, mais surtout beaucoup d'acide urique. Celle des poissons nous manque ; il est probable qu'elle se rapproche de celle des batraciens, c'est-à-dire qu'elle est liquide, et contient de l'urée et de l'acide urique.

Quoique ces recherches soient incomplètes, je crois cependant que, dans la première classe des vertébrés, les reins, composés de deux substances, secrètent uniquement de l'urée ; que dans les trois autres classes, les reins, composés d'une seule subsance, secrètent essentiellement de l'acide urique, mais rarement de l'urée ; parmi les oiseaux, la présence de ce principe paroît dépendre d'une alimentation par substances azotées.

Les grandes différences de structure et de fonctions que les organes de la circulation et de la respiration nous présentent chez les oiseaux et les reptiles, n'ont aucune influence sur les secrétions rénales. En effet, ces classes comprennent les animaux qui possèdent le systême pulmonaire le plus étendu, la circulation la plus rapide et la plus complète, et le sang le plus vermeil et le plus chaud que l'on connoisse ; tandis que nous y en retrouvons d'autres qui

respirent ou par des poumons peu étendus, ou par des branchies, ou par des branchies et des poumons, chez qui la circulation est fort lente, très-partielle, dont le sang a une couleur à peine artérielle, et une température fort basse; en un mot, tandis que nous y retrouvons presque toutes les variétés connues de respiration et de circulation sans que cependant l'on puisse leur attribuer sur les secrétions rénales, une influence même secondaire, semblable à celle que possède la digestion.

Les faits qui précèdent, en prouvant qu'à l'état normal l'acide urique remplace l'urée dans les secrétions rénales des oiseaux et des reptiles, portent à croire que cet acide ne se développe dans l'urine humaine qu'aux dépens de l'urée, et que cet état est toujours pathologique. Je n'ai pas d'expériences très-précises à ce sujet, mais plusieurs aperçus confirment ces vues, entr'autres en voici un des plus saillans. Un homme dans un état d'extrême épuisement fut admis à l'Hôpital Royal d'Edimbourg pour y être opéré de la pierre; lorsqu'on le sonda, on ne put en constater la présence dans la vessie; cet homme rendoit une grande quantité d'une urine très-trouble qui déposoit un sédiment blanchâtre, abondant; l'ayant soumise à l'analyse, je trouvai qu'elle ne contenoit presque pas d'urée, mais que ce dépôt se composoit de parties à-peu-près égales d'acide urique et de phosphate de chaux. Ce malade ne vécut pas long-temps; à l'ouverture du corps, nous trouvames le bassinet et les entonnoirs de l'un et l'autre rein, fort élargis et remplis de graviers; le rein droit contenoit une pierre arborisée d'un grand volume. La substance médullaire avoit presque entièrement disparu; la corticale étoit intacte. Sans doute, toutes les fois que l'urine est chargée d'acide urique, on ne peut admettre une destruction de cette substance medullaire; mais alors ce phénomène ne

dépendroit-il point d'une suspension plus ou moins prolongée des fonctions de cette substance ?

L'idée que la production de l'acide urique chez l'homme et les animaux est due à l'usage d'une nourriture d'origine animale est donc incompatible avec les faits rapportés jusqu'ici.

L'acide urique peut être considéré comme un produit pathologique de l'urine de l'homme, et dans le plus grand nombre des cas sa formation est précédée et accompagnée d'un dérangement plus ou moins évident des fonctions digestives et cutanées. Ainsi, les enfans et les personnes qui jouissent de fonctions digestives parfaitement intactes, et les animaux, chez qui l'estomac est si rarement le siége de maladies chroniques, rendent une urine qui n'est jamais chargée de cet acide. Les personnes dont les fonctions cutanées sont habituellement en grande activité, telles que les habitans des pays tropicaux et les marins, ne sont presque jamais atteintes de calcul ou de gravelle; les marins font cependant usage d'une grande proportion d'alimens azotés. On sait que ces affections sont absolument inconnues sous la ligne, et que l'immense marine britannique n'a offert, pendant le cours de vingt années, que huit cas d'affections calculeuses; il paroît même que cinq de ces individus en portoient le germe avant leur entrée au service. En été, l'urine privée d'une portion de son liquide, par l'effet de la transpiration cutanée, présente plus d'urée et beaucoup moins d'acide urique.

L'acide urique est si peu naturel à l'urine de l'homme qu'il détermine assez souvent des accidens remarquables.

On observe dans les pays du Nord qu'un usage peu modéré de la bierre forte et des liqueurs spiritueuses occasionne un écoulement purulent du canal de l'urètre, qui étant accompagné d'une sensation plus ou moins forte de cuisson, pourroit être confondu avec une hémorrhagie. Dans ces cas-là, l'urine con-

tient une assez grande quantité d'acide urique, qui paroît être la cause de tous ces symptômes, et l'usage de l'eau de soude carbonatée les fait disparoître au bout de fort peu de temps.

Sir Gilbert Blane a décrit une espèce singulière de strangurie, qui, quoiqu'elle ne fût pas accompagnée de gravelle, n'en étoit pas moins douloureuse et opiniâtre, et qu'il soulagea en peu de jours par l'usage des eaux alcalines; le cours de ce médicamment ayant été prolongé pendant trois mois, le malade fut radicalement guéri.

Il me paroît très-probable que c'est à une action analogue de l'alcali que l'on doit le plus souvent attribuer le soulagement que l'on obtient dans des cas de calculs urinaires formés par l'acide urique, car l'ouverture du cadavre, ou l'opération, a prouvé que l'usage de ce médicament ne diminue point la grosseur de la pierre; il ne fait que suspendre la production de l'acide urique; quelquefois même, au contraire, le calcul augmente avec plus de rapidité qu'auparavant; mais alors c'est par des couches de phosphates terreux; cependant les douleurs ont été calmées.

Presque tous les remèdes qui rendent l'estomac à ses fonctions naturelles soulagent aussi de la gravelle; les alcalis en particulier et les toniques sont de ce nombre. On a dernièrement proposé le sucre pour guérir la gravelle; il ne la guérira que lorsque des alimens végétaux, de facile digestion la guériroient aussi, c'est-à-dire, lorsque la gravelle a été amenée par un abus de la table et surtout de substance animales très-nourrissantes et épicées, mais je suis convaincu qu'il ne feroit qu'agraver la dyspepsie et la gravelle qui attaquent les pauvre gens, en conséquence de l'usage d'une nourriture végétale de mauvaise qualité; c'est alors qu'une nourriture animale légère, et prise en quantité modérée, guérira ces maladies. Il n'y a de spécifique pour la gravelle, non plus que pour toute autre maladie, qu'une méthode ju-

dicieuse de traitement. N'est-il pas remarquable, que les animaux qui offrent si rarement des exemples d'affection de l'estomac, ne souffrent presque jamais des reins?

Les faits suivans confirment l'opinion que j'émets sur la conversion de l'urée en acide urique dans certains états pathologiques, ainsi que dans l'état normal des fonctions des reins de la seconde et troisième classe des vertébrés. D'autres substances remplacent aussi l'urée, mais comme leurs propriétés diffèrent beaucoup des siennes, on les a envisagées comme des produits accidentellement présens dans l'urine, indépendans de l'urée et nullement formés à ses dépens.

L'urine des hydropiques contient beaucoup d'albumine; Nysten qui s'est occupé de son analyse, est arrivé aux résultats suivans:

1.° Cette urine contient peu d'eau, mais ses principes, excepté l'urée, y sont fort abondans et concentrés.

2.° Il n'y a point d'urée.

3.° Il y a beaucoup d'albumine.

4.° Tous les autres produits de l'urine saine se retrouvant dans celle des personnes atteintes d'hydropisie aiguë, et même en beaucoup plus grande proportion que dans l'urine saine, à cause du peu d'eau qu'elle contient; un seul principe manque, l'urée; un autre, l'albumine, s'y retrouve, et il est formé des mêmes élémens. Pouvons-nous nous refuser à admettre que ce dernier remplace le premier? Il me semble que non.

Mr. Rose de Berlin s'est occupé de l'analyse de l'urine des malades d'hépatitis chronique, et il a trouvé que leur urine ne contenoit point d'urée. Mr. Henri de Manchester a confirmé ces résultats; mais ces chimistes n'ont rien dit d'une substance jaune que l'on retrouve assez souvent dans l'urine des personnes atteintes de maladies du foie, et qui, probablement y remplace l'urée.

Le Dr. Prout a fort bien étudié le diabète; il a publié dans les Transactions Médico-Chirurgicales de Londres, d'intéressantes recherches sur ce sujet; en voici les principaux résultats. 1.° L'urée et le sucre existent toujours en proportion inverse dans l'urine des diabétiques; et l'état du malade empire ou s'améliore, suivant que le sucre paroît ou que l'urée le remplace. 2.° Les principes du sucre diabétique sont les mêmes que ceux de l'urée, moins l'azote.

Il est naturel de supposer que cet azote n'est pas retenu dans le corps, mais qu'il s'échappe quelque part. Le poumon est de tous les organes celui qui est le plus fréquemment malade chez les diabétiques; et d'ailleurs on doit croire que c'est lui qui fournit à cet azote une issue. Je fis à Edimbourg, en 1819, quelques essais qui me parurent confirmer cette idée, qu'en effet le poumon émet plus d'azote à l'état diabétique qu'à l'état normal. Les cas de diabète sucré sont si rares en France et dans ce pays, que je n'ai pas eu l'occasion de renouveler ces essais, et j'ignore si des expériences ultérieures les confirmeront pleinement.

Les faits contenus dans les pages précédentes, me semblent autoriser ces conclusions :

1.° L'urée est le principe qui caractérise spécialement l'urine de la première classe des vertébrés; la production de l'acide urique n'est chez l'homme et chez ces animaux, que la conséquence d'un état pathologique; cet acide doit être considéré non point comme une production accidentelle qui ne diminue en rien celle de l'urée, mais au contraire comme une production qui se fait aux dépens de ce principe normal, de telle manière que ces deux principes se trouvent en quantité corrélative inverse. Ces conversions de l'urée en produits pathologiques sont probablement très-nombreuses, on doit leur rapporter l'albumine que contient l'urine des hydropiques, et le sucre que l'on retrouve, dans celle des diabétiques. Quel-

ques expérience et le raisonnement portent à croire que dans ce dernier cas l'azote de l'urée s'échape par les poumons. Les alimens d'origine animale ou végétale, quand ils n'occasionnent aucun dérangement, des fonctions digestives, déterminent dans les secrétions rénales, 1.° la production d'une quantité d'urée plus grande pour le premier genre d'aliment, moins grande pour le second, 2.° des différences dans la nature des sels contenus dans l'urine, mais ne déterminent jamais la formation d'une quantité quelconque d'acide urique.

2.° Le principe qui caractérise spécialement les secrétions rénales des oiseaux, c'est l'acide urique; elles contiennent cependant une certaine quantité d'urée; cette quantité, à peine appréciable dans les secrétions rénales des oiseaux graminivores, est considérable dans celle des oiseaux carnassiers, phénomène que l'on comprend aisément en se rappelant que l'alimentation des oiseaux carnassiers contient plus d'azote que celle des graminivores, et aussi que l'azote est plus en grande proportion dans l'urée que dans l'acide urique. Les sels contenus dans les secrétions rénales de l'une et l'autre division des oiseaux, présentent aussi des différences très-remarquables quant à leur composition. L'acide urique paroît exister dans ces secrétions sous la forme d'un sous-urate d'ammoniaque.

3.° Enfin, il est probable qu'il existe, d'une part, entre la structure des reins des mammifères formés de deux substances et l'urée, produit le plus saillant de leurs excrétions, et d'autre part, entre la structure des reins des trois autres classes inférieures des vertébrés formés d'une seule substance, et le produit le plus saillant de leurs excrétions, l'acide urique, un rapport dont la nature est jusqu'ici fort difficile à expliquer.

ARTS MECANIQUES.

Sur les ponts de chaine de Russie et sur les résistances des fers employés dans leur construction.

Extrait d'une lettre écrite à Mr. Baillet, par Mr. Lamé, Ingénieur des Mines de France et Major du Génie au service de Russie. (*Annales des Mines.* T. X. 2.e Livr. 1825.)

Saint-Pétersbourg 12-24 *Octobre* 1824.

...........Parmi les constructions qui sont du ressort de l'ingénieur des ponts et chaussées, dont je remplis ici les fonctions, il n'en est peut-être pas de plus intéressante pour l'ingénieur des mines que celle des ponts en chaînes. La solidité de ce genre de pont, la légèreté dont il peut être susceptible, l'économie qu'il peut offrir, dépendent presque entièrement de la solution d'un problème de métallurgie, qui consiste à trouver les moyens d'extraire et de forger à peu de frais un fer jouissant de certaines propriétés. Permettez-moi d'entrer dans quelques développemens à cet égard.

Le fer est livré aux usages civils sous un nombre presque infini de variétés différentes : parmi celles qui sont très-tenaces, c'est-à-dire susceptibles de soutenir sans se briser un poids très-grand relativement à leur épaisseur, les unes sont très-ductiles, c'est-à-dire s'allongent beaucoup avant de se rompre, tandis que les autres ne s'allongent pas d'une ma-

nière sensible ; enfin parmi les mêmes variétés, il en est qui se raccourcissent en partie quand elles cessent de supporter les poids sous lesquels elles s'étoient allongées, tandis que les autres sont dépourvues de cette élasticité. La nature et la distribution des pressions que doit soutenir le pont suspendu, le genre de mouvement que les pressions mobiles lui imprimeront, doivent faire préférer une certaine variéte de fer à toutes les autres. Une étude approfondie des ponts de chaînes, et surtout l'expérience, doivent guider dans un choix aussi difficile ; mais quand il sera fixé, le métallurgiste aura à s'occuper de la recherche non moins épineuse du traitement à faire subir au fer, pour qu'il jouisse des propriétés demandées et au degré voulu.

A ces raisons, qui pourroient exciter l'ingénieur des mines à s'occuper d'une application où ses connoissances peuvent être si utiles, il faut ajouter que les pays de mines étant assez ordinairement montagneux, le besoin de faire communiquer les deux flancs d'une vallée pour le service d'une mine peut quelquefois engager à les joindre par un pont de chaînes, dont la construction seroit alors du ressort de l'ingénieur des mines.

Tels sont les motifs qui nous ont déterminés, Clapeyron et moi, à nous occuper de ce genre de construction ; nous avons fait des recherches à cet égard, que nous avons trouvé l'occasion d'utiliser ici. Je sais que ce sujet a été traité par d'habiles ingénieurs, et que leurs travaux, que je ne connois pas, ne laissent rien à désirer ; mais comme les méthodes dont nous nous sommes servis sont très-simples, suffisamment rigoureuses dans la pratique, et d'une application facile et prompte, j'ai pensé que vous en liriez avec plaisir l'exposé, et je m'empresse de vous l'adresser.

J'ai joint à cette note théorique la description d'une nouvelle machine à essayer les fers, construite à Pétersbourg,

et

et le résumé des principales expériences faites au moyen de cette machine. Le souvenir des leçons dans lesquelles vous m'avez inspiré le goût de la mécanique pratique me persuade que vous aimez particulièrement cette science, et me fait espérer que tout ce que je prends la liberté de vous écrire ici ne sera pas sans intérêt pour vous.

Le plancher d'un pont de chaînes est soutenu par plusieurs rangs de tiges de fer verticales, équidistantes entre elles suivant la longueur du pont : chacune de ces tiges est fixée, par son extrémité supérieure, au sommet d'un polygone en fer, auquel on donne le nom de chaîne. Le nombre des polygones ou des rangs de tiges doit être au moins de deux. Les polygones aboutissent par leurs extrémités à des supports verticaux situés sur les culées du pont; ces supports sont équilibrés par des chaînes, opposées aux polygones, qui sont fixées dans le sol à des plaques de fonte chargées de poids considérables, ou tout simplement de la maçonnerie même des culées. L'épaisseur à donner aux tiges, aux chaînons des polygones et à ceux des chaînes équilibrantes, dépend évidemment de la traction qu'ils ont à supporter.

Pour calculer cette traction, nous imaginons que tous les polygones parallèles se réduisent à un polygone unique, qui, supportant tout seul le poids du pont au moyen d'un seul rang de tiges verticales, éprouveroit une traction égale à la somme des tractions des polygones composans, et auroit conséquemment une épaisseur égale à la somme des épaisseurs de ces mêmes polygones.

Ce polygone unique seroit sollicité à chaque sommet par une force verticale égale, 1.° au poids d'une portion rectangulaire du plancher du pont, ayant la même largeur trans-

versale que le pont, et pour longueur l'intervalle qui sépare les milieux des projections horizontales de deux côtés consécutifs du polygone; 2.° à la portion correspondante de la charge maximum; 3.° enfin à la demi-somme des poids des deux côtés du polygone, adjacens au sommet que l'on considère.

De ces trois poids différens, les deux premiers sont les mêmes pour tous les sommets, lorsque l'on suppose la charge maximum également répartie sur toute la surface du pont; le troisième poids varie au contraire d'un sommet à l'autre, puisque les côtés du polygone, qui ont tous la même projection horizontale, doivent avoir des longueurs et des épaisseurs différentes; mais la flèche du polygone n'étant ordinairement qu'une fraction assez petite de la distance entre ses supports, cette variation est négligeable. On peut négliger encore la variation du poids de la tige fixée à chaque sommet, poids qui est insignifiant à côté des poids que nous venons de considérer : nous supposerons donc que le polygone-chaîne est sollicité à chaque sommet par une même force verticale que nous désignerons par P.

L'équilibre de ce polygone exige que les composantes horizontales des tractions des deux côtés adjacens à chaque sommet soient égales entre elles et directement opposées l'une à l'autre, et que la somme algébrique des composantes verticales de ces mêmes tractions soit égale et directement opposée au poids P, qui sollicite le sommet que l'on considère; de plus, il faut que les tractions d'un même côté à ses deux extrémités soient égales entre elles. Il est aisé de conclure de là que les composantes horizontales des tractions de tous les côtés du polygone proposé ont toutes la même valeur absolue : nous désignerons cette valeur par A.

La projection horizontale de chaque côté étant une longueur constante a, il nous est permis de prendre a pour re-

présenter la force A; les conditions d'équilibre énoncées précédemment indiquent alors que la traction de chaque côté est proportionnelle à sa longueur; que le poids P est représenté à chaque sommet par la somme ou la différence des projections verticales des côtés qui y aboutissent, et que conséquemment cette somme ou différence est constante en passant d'un sommet à l'autre. Il est très-simple de conclure de cette constance la loi de la variation des projections verticales des côtés du polygone proposé, et par suite les valeurs des tractions en fonction de a et de P.

Appliquons ces résultats théoriques au cas où les extrémités du polygone sont au même niveau. Si le nombre de ses côtés est impair, le côté milieu sera horizontal; si ce nombre est pair, il y aura un sommet au milieu du polygone.

Dans le premier cas, la projection verticale du côté milieu étant nulle, celle du côté adjacent représentera la force P; désignons cette ligne par h; la projection verticale du second côté, à partir du côté milieu, diminuée de celle de h du premier, devant aussi représenter le poids P, sera nécessairement égale à $2h$; et en général la différence entre les projections verticales de deux côtés consécutifs, devant représenter la force P, sera nécessairement égale à h: d'où l'on conclut que les projections verticales des côtés croîtront, à partir du côté milieu horizontal, comme les nombres naturels 1, 2, 3, 4, etc.

Soient donc $2n+1$ le nombre des côtés du polygone, F la hauteur de la flèche; comme cette flèche est égale à la somme des projections verticales des côtés du polygone compris entre le milieu du pont et un support, on devra avoir

$$(1+2+3+4+5+\ldots+n)\,h=F,$$

d'où

$$(a)\ldots\; h=\frac{2F}{n(n+1)},$$

Connoissant la ligne h, on calculera aisément les projections verticales o, h, $2h$, $3h$, etc..., nh, des côtés du polygone, et enfin leurs longueurs

$$a, \sqrt{a^2+h^2}, \sqrt{a^2+4h^2}, \ldots, \sqrt{a^2+n^2h^2}.$$

La proportion $\frac{A}{P} = \frac{a}{h}$ donnant

$$(b) \ldots A = \frac{a}{h} P$$

pour la traction du côté milieu, les tractions des autres côtés, étant proportionnelles à leurs longueurs, seront

$$\frac{\sqrt{a^2+h^2}}{h}P, \frac{\sqrt{a^2+4h^2}}{h}P, \ldots, \frac{\sqrt{a^2+n^2h^2}}{h}P.$$

Dans le second cas, h représentant la projection verticale d'un des côtés adjacens au sommet milieu, l'équilibre de ce sommet indique que la force P sera représentée par $2h$, et puisque la différence entre les projections verticales des côtés adjacens à tout autre sommet doit aussi représenter la force P, on en conclut que lorsque le nombre des côtés du polygone sera pair, les projections verticales des côtés, à partir du sommet milieu, croîtront comme les nombres impairs 1, 5, 7, etc.

Soient donc $2n$ le nombre des côtés, F la flèche du polygone ; on devra avoir

$$(1+3+5+7+\ldots+(2n-1))h = F:$$

d'où

$$(a') \ldots h = \frac{F}{n^2}.$$

La ligne h étant connue, on en déduira les valeurs numériques des projections

$$h, 3h, 5h, 7h, \ldots, (2n-1)h,$$

qui représentent les composantes verticales des tractions des côtés du polygone.

La proportion $\frac{A}{P} = \frac{a}{2h}$, donnant

$$(b')\ldots A = \frac{a}{2h} P$$

pour la composante horizontale de toutes ces tractions, on en conclura que ces tractions elles-mêmes, proportionnelles aux côtés

$$\sqrt{a^2 + h^2},\ \sqrt{a^2 + 9h^2},\ \sqrt{a^2 + 25h^2},\ldots,\ \sqrt{a^2 + (2n-1)^2 h^2},$$

ont pour valeurs

$$\frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{2h} P,\ \frac{\sqrt{a^2 + 9h^2}}{2h} P,\ldots,\ \frac{\sqrt{a^2 + (2n-1)^2 h^2}}{2h} P.$$

Le plus souvent les deux côtés extrêmes du polygone ont une projection horizontale a' plus grande que celle a des autres côtés; on peut supposer alors que leur projection verticale croît dans le même rapport, et le dernier terme du premier membre des équations qui déterminent h, est alors

$$\frac{na'}{a} h \text{ ou } \frac{(2n-1)\, a'}{a} h,$$

suivant que le nombre des côtés est pair ou impair. Du reste, la traction de ces côtés extrêmes est toujours donnée par la formule

$$(c)\ldots T = \frac{\sqrt{a^2 + n^2 h^2}}{h} P,$$

ou

$$(c')\ldots T = \frac{\sqrt{a^2 + (2n-1)^2 h^2}}{2h} P.$$

Je ne parlerai pas ici du cas où les extrémités du polygone ne seroient pas au même niveau ; il doit se présenter rarement, et d'ailleurs il peut être ramené au cas que je viens de traiter, en supposant le polygone interrompu à un certain sommet de l'une de ses moitiés. Il suffit pour cela qu'il y ait toujours un côté horizontal, ou que le point le plus bas du polygone soit un sommet dont les côtés adjacens fassent des angles égaux avec la verticale. Des considérations théoriques, qu'il seroit trop long de développer ici, démontrent que lorsque la projection horizontale de la chaîne totale et sa flèche sont données, il est plus avantageux d'employer un polygone symétrique de part et d'autre de la verticale passant par son point le plus bas, c'est-à-dire que pour des poids égaux à soutenir, la traction de la chaîne est un peu moins considérable.

Lorsque la flèche et l'ouverture de la chaîne sont connues, la formule (a) ou (a') donne la valeur de h, et la forme du polygone est tout-à-fait déterminée : d'où l'on voit que lorsqu'un pont de chaînes est uniformément chargé dans toute son étendue, la forme d'équilibre des chaînes reste la même, quelle que soit la charge. La formule (b) ou (b') donne la traction horizontale de la chaîne à chaque sommet, et la formule (c) ou (c') la traction maximum de polygone, c'est-à-dire celle des côtés extrêmes.

Pour avoir les valeurs de ces tractions, il est donc essentiel de connoître le poids P. Des trois parties qui le composent, la première, qui dépend du poids du plancher du pont, s'évalue facilement lorsqu'on connoît la pesanteur spécifique des matériaux qui forment ce plancher ; nous évaluons la seconde en supposant que la charge maximum soit équivalente au poids d'une foule d'hommes uniformément répartis sur le pont, dont chacun occuperoit un vingtième

de sagène carrée (environ 1,224 mètre carré), et pèseroit quatre pouds (environ 67 kilogrammes); quant à la troisième partie du poids P, celle qui dépend du poids de la chaîne, on ne peut la déterminer que lorsque l'épaisseur de la chaîne est elle-même connue : or, cette épaisseur est proportionnelle à la traction, et d'après les expériences dont je vous parlerai tout-à-l'heure, elle doit être d'autant de pouces carrés anglais qu'il y a de fois huit tonneaux dans le poids qui feroit directement équilibre à la traction.

Aini l'évaluation totale du poids P exige que l'on connoisse la traction même que nous nous proposions de calculer, ce qui complique singulièrement l'équation (c) ou (c'). Mais on peut alors se servir de la méthode de tâtonnemens suivante : au moyen de la formule (c) ou (c'), on calcule la traction T' du côté extrême en négligeant dans P le terme correspondant au poids de la chaîne ; à la traction T' correspond une certaine épaisseur E' de la chaîne. On calcule en second lieu, toujours au moyen de la formule (c) ou (c'), la traction maximum T'', en évaluant le troisième terme de P suivant le poids de la chaîne dû à son épaisseur E'; à la traction T'' correspond une épaisseur E'' pour la chaîne. On calcule ensuite successivement la traction T''' due à l'épaisseur E''; l'épaisseur E''' qu'exige la traction T'''; la traction T'''', due à l'épaisseur E'''; l'épaisseur E'''', qu'exige la traction T'''', etc., jusqu'à ce que l'on arrive à deux tractions consécutives, qui ne diffèrent l'une de l'autre que d'une quantité négligeable ; l'une d'elles pourra représenter la traction maximum du polygone proposé.

La traction étant différente pour chaque côté du polygone, il paroîtroit nécessaire de donner à la chaîne des épaisseurs variables dans toute sa longueur; mais une telle construction est inexécutable dans la pratique. Si le pont a peu d'ou-

verture, on peut donner à la chaîne, dans toute sa longueur, une épaisseur égale à celle qu'exige la traction des côtés extrêmes; si le pont a une grande ouverture, la différence entre la traction maximum des côtés extrêmes et celle maximum des côtés milieux, quoique peu de chose relativement à chacune de ces tractions, peut être cependant assez grande pour qu'on doive économiser un excès inutile dans l'épaisseur du milieu de la chaîne: alors on peut se contenter de composer la chaîne de chaînons de deux, trois ou plusieurs épaisseurs différentes, décroissantes, à partir des côtés extrêmes.

L'épaisseur de la tige verticale aboutissant à chaque sommet du polygone unique, ou bien la somme des épaisseurs des tiges situées dans un même plan vertical perpendiculaire à la longueur du pont, doit être celle qu'exige la traction due aux deux premières parties du poids P, le poids de la chaîne n'étant pour rien dans cette traction.

La direction de la chaîne équilibrante qui maintient le support placé à l'une des extrémités du polygone unique, peut faire avec la verticale un angle quelconque δ; la traction de cette chaîne est telle que sa projection horizontale fait équilibre à la traction A; cette traction a donc pour valeur $\frac{A}{\sin.\delta}$: sa projection verticale, plus la projection verticale de la traction T (formule (c) ou (c')), expriment la pression exercée sur le support, dont elle sert à déterminer l'épaisseur.

Il y a une valeur de l'angle δ pour laquelle la construction de la chaîne équilibrante du support et de la culée présentera la plus grande économie; elle dépend du prix des matériaux; sa détermination est une simple question de *minima*, que l'on peut résoudre par les moyens connus.

Dans le cas où, par des circonstances particulières, on seroit obligé de donner à la culee et au support, des dimensions qui dépasseroient de beaucoup celles correspondant à la plupart des valeurs de l'angle δ, l'économie ne porteroit que sur le poids total de la chaîne équilibrante. Or, si nous supposons que cette chaîne soit prolongée, en conservant sa direction, jusqu'au radier de la culée, et que nous désignions par H la hauteur du sommet du support au-dessus de la base inférieure de la maçonnerie, $\frac{H}{\cos.\,\delta}$ sera la longueur de la chaîne équilibrante, son épaisseur devant être de plus proportionnelle à la traction $\frac{A}{\sin.\,\delta}$ qu'elle éprouve dans le sens de sa longueur; son poids sera proportionnel à

$$\frac{AH}{\sin.\,\delta \cos.\,\delta},$$

et sera un minimum quand le produit $\sin.\,\delta \cos.\,\delta$, ou son carré $\sin.^2\delta \cos.^2\delta$, sera un maximum : or, comme la somme des deux facteurs variables $\sin.^2\delta$, $\cos.^2\delta$ est constante, le maximum de $\sin.^2\delta \cos.^2\delta$ a lieu lorsque $\sin.^2\delta = \cos.^2\delta$: ainsi, dans le cas que nous considérons, la chaîne équilibrante devra faire avec la verticale un angle égal à 45°.

La construction d'un pont de chaînes présente une question de *minima* plus difficile à résoudre que celui que nous venons de traiter, et dont voici l'énoncé : *l'ouverture du pont étant donnée, on propose de déterminer la flèche à donner aux chaînes pour que la dépense totale du pont soit la moins forte possible.* On sent que ce problême est susceptible d'une solution : une trop petite flèche donne des tractions, et exige des épaisseurs trop considérables pour les chaînes ; il est vrai que les supports sont moins élevés, mais aussi les culées doivent avoir une plus grande épaisseur pour résister

à une plus grande traction horizontale ; d'un autre côté, une trop grande flèche nécessite des supports très-élevés, des frais de construction plus considérables ; les chaînes, il est vrai, sont moins épaisses, mais elles sont en même temps plus longues. Il doit donc exister une valeur particulière de la flèche, pour laquelle le pont coûtera le moins possible ; elle dépend des prix des différens matériaux et de la main-d'œuvre, valeurs dont les rapports sont variables suivant les pays et les temps. Presque toujours des circonstances locales assignent des limites, soit à l'empatement des chaînes équilibrantes, soit même à la hauteur des supports ; ce qui rend inutile la solution du problême précédent, qui ne nous paroît d'ailleurs pouvoir être abordé que par une méthode de tâtonnemens.

Lorsque les pièces de fer qui doivent entrer dans la construction d'un pont de chaînes ont été forgées avec les épaisseurs que le calcul leur a assignées, il est essentiel de les essayer pour s'assurer de leur résistance à la traction.

La machine dont on se sert à Pétersbourg pour ce genre d'épreuve a été construite dans la fonderie de Mr. Baire, d'après les plans du général Bétancourt. Elle consiste dans un long châssis composé de deux fortes poutres en fonte, liées entr'elles en différens points de leur longueur par des traversines pareillement en fonte : ce châssis est assujetti horizontalement entre deux files de pieux bien battus ; à l'une de ses extrémités est fixé le cylindre horizontal d'une presse hydraulique donc le piston est un cylindre plein, pareillement horizontal ; ce piston entraîne dans son mouvement un châssis mobile en fer qui glisse sur les poutres longitudinales du châssis fixe, et auquel est fixée une des extrémités de la ligne de chaînons que l'on veut essayer. Lorsque cette chaîne est tirée par la presse, son autre ex-

trémité tend à faire mouvoir un système de leviers dont les axes tournent dans des coussinets solidement établis à l'autre bout du grand châssis fixe; un plateau *p*, suspendu à l'extrémité de ce système de leviers, et posé sur le châssis, reçoit les poids destinés à faire équilibre à la traction de la chaîne. Lorsque ce plateau *p*, supportant un poids *a*, est soulevé par la traction que la presse hydraulique produit sur la chaîne, les rapports des leviers sont tels, que cette traction est équivalente à environ 200 *a*, sans compter les frottemens sur les axes des leviers que cette traction est obligée de vaincre. Les dimensions de toutes les parties de cette machine ont été calculées de manière à ce qu'elle pût exercer une traction capable de rompre une barre de bon fer, de deux pouces et demi de diamètre. Cette rupture peut être produite en peu de temps par un seul homme, qui fait mouvoir successivement diverses pompes alimentant le cylindre de la presse hydraulique, et dont les pistons ont des diamètres de plus en plus petits. Comme le cylindre de la presse hydraulique est horizontal, on est obligé d'y faire rentrer le piston, au moyen de plusieurs roues dentées et une crémaillère horizontale fixée au piston même; un homme agissant sur une manivelle met ce système en mouvement.

Lorsque cette machine fut construite, il devint nécessaire de faire sur elle des expériences propres à en régler l'usage. On nomma à cet effet une commission dont je fis partie.

La première série d'expériences entreprises par cette commission avoit pour objet de déterminer rigoureusement le rapport des leviers de la machine : on plaça à cet effet dans le châssis fixe un rang de forts chaînons, dont une des extrémités étoit attachée au système de leviers, et dont l'autre, au lieu d'être attachée au châssis mobile du piston

de la presse hydraulique, l'étoit à la branche verticale d'un levier coudé; tandis que sa branche horizontale, égale à la première, soutenoit un grand plateau P, disposé dans un puits, et sur lequel on plaça des poids considérables qui mesuroient la traction de la chaîne, l'axe du levier coudé rouloit sur des coussinets fortement assujettis au châssis fixe de la machine.

Après avoir placé sur le plateau p des poids tels qu'il ne pût quitter son support que pour des tractions beaucoup plus considérables que celles que l'on vouloit faire supporter à la chaîne, on plaçoit un poids déterminé A sur le plateau P; on ôtoit ensuite peu-à-peu une portion des poids du plateau p, jusqu'à ce qu'il fût soulevé; sa course avoit été limitée par un arrêt convenablement placé; si a' représente le poids restant alors sur le plateau, le rapport $\frac{A}{a'}$ auroit été le rapport des leviers du système, s'il n'y avoit pas eu de frottemens : or, si l'on désigne par x le poids qui, sur le plateau p, faisoit équilibre aux frottemens sur les axes des leviers, dus à la traction A,

$$\frac{A}{a'+x}$$

sera le rapport demandé; désignons-le par y; on aura

$$y=\frac{A}{a'+x}.$$

On ajoutoit ensuite peu-à-peu d'autres poids sur le plateau p, jusqu'à ce qu'il descendît sur son support; a'' représentant le poids placé sur le plateau lors de sa descente, $a''-x$ auroit suffi pour faire équilibre à la traction A, s'il n'y avoit pas eu de frottement. On avoit donc encore

$$y = \frac{A}{a'' - x}:$$

d'où

$$x = \frac{a'' - a'}{2}, \; y = \frac{2A}{a'' + a'}.$$

On fit varier A depuis 50 pouds jusqu'à 600 pouds (3 pouds = 50 kilogrammes). On obtint une série de valeurs différentes pour x, et pour y une seule valeur à très-peu près constante, qui exprima le rapport demandé du système de leviers de la machine; ce rapport étoit un peu plus petit que 200. Les circonstances locales ne permirent pas d'essayer directement, au moyen du levier coudé, des tractions plus grandes que 600 pouds (10000 kilogrammes).

Le poids x, qui, sur le plateau p, eût fait équilibre au frottement de la machine et à celui du levier coudé, varioit dans le même sens que A, mais non proportionnellement: le rapport $\frac{A}{x}$ diminuoit lorsque A augmentoit; mais quand même on eût déterminé par l'expérience, pour chaque valeur de A, la partie du poids x due au frottement sur l'axe du levier coudé, et quand même on eût trouvé une formule empirique qui donnât exactement la partie de la variable x due au frottement sur les axes du système des leviers, pour toutes les valeurs de A comprises entre 50 et 600 pouds, ces valeurs étoient trop éloignées des tractions que la machine devoit faire supporter aux fers à essayer, lesquelles devoient varier entre 1000 et 10000 pouds (17000 et 170000 kilog. environ), pour que l'on pût en conclure le frottement dû à ces hautes tractions.

Le moyen que l'on avoit employé pour évaluer le frottement sur les axes des leviers de la machine, lorsque la

traction de la chaîne étoit produite au moyen du levier coudé par un poids A placé sur le plateau P, ne pouvoit pas être appliqué au cas où la traction étoit produite par la presse, parce que, dans le premier cas, la descente du plateau *p*, depuis l'arrêt jusqu'au support, par l'addition du poids $(a''—a')$, avoit lieu par l'élévation du plateau P; tandis que, dans le second cas, cette descente ne pouvoit avoir lieu que par l'allongement de la chaîne. Il est vrai que la course du plateau *p*, depuis l'arrêt jusqu'au support, pouvoit être aussi petite que possible, et conséquemment l'allongement de la chaîne environ 200 fois plus petit encore; mais quelque petit que fût cet allongement, il falloit, pour le déterminer, augmenter les poids placés sur le plateau *p* au-delà de la portion de ces poids nécessaire pour vaincre les frottemens. Cette nouvelle augmentation de poids pour une même traction varioit extrêmement avec la nature du fer éprouvé: nous l'avons trouvée presque nulle pour certains fers très-élastiques, et tellement considérable pour d'autres fers, que plusieurs d'entr'eux se brisoient avant que le plateau *p* descendant eût atteint son support. Le jeu de la presse étant arrêté, si l'on diminuoit les poids supportés par le plateau, il remontoit dans le cas où le fer essayé étoit élastique; mais dans le cas contraire, ce plateau, même dégarni de tout poids, ne remontoit pas.

Ces dernières expériences firent perdre l'espoir de déterminer l'influence du frottement de la machine dans les hautes tractions; mais, comme le principal but de la machine proposée, étoit de faire subir aux fers des tractions plus fortes que celles qu'ils pouvoient avoir à supporter, on augmentoit la certitude des épreuves, en prenant pour la traction des chaînes le produit du rapport des leviers (200 environ), par le poids situé sur le plateau, au moment où il étoit ébranlé par la traction de la chaîne, laquelle étoit plus grande que ce pro-

duit, de toute la force nécessaire pour vaincre les frottemens; c'est à ce mode d'évaluation que la commission s'arrêta.

La seconde série d'expériences entreprises par la commission eut pour but d'essayer différens fers de Russie, afin de reconnoître ceux qui pouvoient être employés avec le plus d'avantage, à la construction des ponts de chaînes. Pour essayer chacun d'eux, on en forgeoit un ou plusieurs chaînons, d'un pouce carré anglais d'épaisseur, que l'on intercaloit dans la chaîne de la machine, dont l'épaisseur étoit beaucoup plus grande; on plaçoit un poids peu considérable sur le plateau *p*; on faisoit agir la presse hydraulique jusqu'à ce que le plateau fût ébranlé; on arrêtoit une seconde fois le jeu des pompes; on augmentoit encore un peu le poids du plateau, et ainsi de suite, jusqu'à la rupture d'un chaînon. L'allongement de la chaîne étoit noté à chaque différence de traction, par le mouvement du châssis mobile du piston de la presse, relativement au châssis de la machine.

Les meilleurs fers essayés, ont supporté jusqu'à 26 tonneaux au pouce carré anglais sans se briser (le tonneau équivaut à 1050 kilogrammes). Ils commençoient à s'allonger d'une manière sensible, aux deux tiers de cette traction, et l'allongement sembloit croître en progression géométrique, pour des tractions croissant en progression arithmétique.

Les plus mauvais fers essayés, se sont brisés à une traction de 14 tonneaux au pouce carré anglais; ils ne s'allongeoient pas d'une manière sensible avant leur rupture.

On obtint directement un fer qui ne se brisoit qu'à 24 tonneaux, et ne commençoit à s'allonger qu'à 16 tonneaux au pouce carré anglais, en forgeant ensemble 4 barres d'un fer de qualité moyenne.

En s'appuyant sur ses principaux résultats, la commission décida : 1.° que l'épaisseur des chaînes dans un pont sus-

pendu, seroit calculée de manière à ce que le fer ne supportât qu'une traction de 8 tonneaux au pouce carré anglais, lors du *maximum* de charge du pont; 2.° et qu'avant d'être placées, les différentes parties de chaînes devoient être essayées à la machine, sous une traction de 16 tonneaux au pouce carré, et ne pas s'allonger sensiblement sous cette traction.....etc.

MÉLANGES.

SUR LE PROCÉDÉ DE CONSERVATION DU DOUBLAGE DES VAISSEAUX, découvert par SIR H. DAVY.

Nous avons inséré dans notre Recueil à-peu-près tout ce que les Journaux scientifiques anglais ont publié sur le procédé de Sir H. Davy (1). Cette découverte paroît être devenue dans les derniers mois, entre certaines feuilles publiques, l'objet d'une controverse animée, à laquelle l'esprit de parti est venu se mêler, on ne sait trop à quel titre. Le N.° d'octobre des *Annals of Philosophy*, contient quelques traits de la querelle établie à ce sujet entre le Journal de Plymouth et le Télégraphe de Devonport, desquels on peut conclure que l'Amirauté d'Angleterre, est actuellement moins favorable au procédé en question, que le commerce de Liverpool qui l'avoit adopté avec assez d'empressement Un arrêté de cette Administration en date du 19 juillet 1825, adressé aux employés des chantiers de la marine, porte comme règle gé-

(1) Voy. T. XXVII, p. 38 et 67 — XXIX, p. 31 et 270.

nérale,

nérale, « qu'aucun vaisseau mis en activité de service (*sea-*
« *going ship*), ne doit être muni des protecteurs de Sir H.
« Davy, et que lorsque ces vaisseaux, d'ailleurs en bon état,
« entrent par fois dans les bassins pour quelque légère répara-
« tion, ceux qui portent actuellement des protecteurs doivent en
« être dépouillés : mais que toutefois les protecteurs doivent
« être appliqués aux bâtimens désarmés qui sont en bon état
« (*ships in good condition in ordinary*), et que lorsque ces
« bâtimens sont remis en activité de service, on doit enlever
« les armures et nettoyer le cuivre. « Un autre arrêté, sous
la date du 27 août, porte en addition au précédent, que les
armures protectrices doivent s'appliquer aussi, dans l'occa-
sion, aux bâtimens stationnaires, tels que les vaisseaux à
mâter, les cayennes, etc., (*sheerhulks*, *receiving ships*).

Il seroit intéressant de connoître les motifs sur lesquels sont
fondées ces restrictions apportées par l'Amirauté à l'emploi du
procédé conservateur ; mais précisément sur ce point, les
Journaux en querelle ne nous apprennent rien. Ces mesures
laissent à penser que le procédé ne réussit pas sur les bâti-
mens en mouvement, soit parce qu'il n'a pas d'effet deso-
xidant sur leur doublage, soit parce qu'il permet aux mol-
lusques de s'attacher en grand nombre à ce doublage ; résultat
qui sembleroit contredire ceux qu'à obtenus Sir H. Davy
lui-même (1). Nous espérons que les Journaux scientifiques
ne tarderont pas à éclaircir la question.

---

(1) Voyez p. 278 du vol. précédent.

ERRATA.

P. 177 de ce volume (Cahier de novembre), lig. 9, d'en bas :
$v = c\sqrt{1 \times 0{,}00375.\,t}$, lisez $v = c\sqrt{1 + 0{,}00375.\,t}$
P. 447 et en suivant ; *lisez* P. 247, etc.

TABLE DES ARTICLES

DU

TRENTIÈME VOLUME

de la division, intitulée : SCIENCES ET ARTS.

Pages.

ASTRONOMIE.

OPTIQUE.

PHYSIQUE-MATHÉMATIQUE.

PHYSIQUE-MÉCANIQUE.

PHYSIQUE.

MÉTÉOROLOGIE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

MINÉRALOGIE.

PHYSIOLOGIE-ANIMALE.

MÉDECINE.

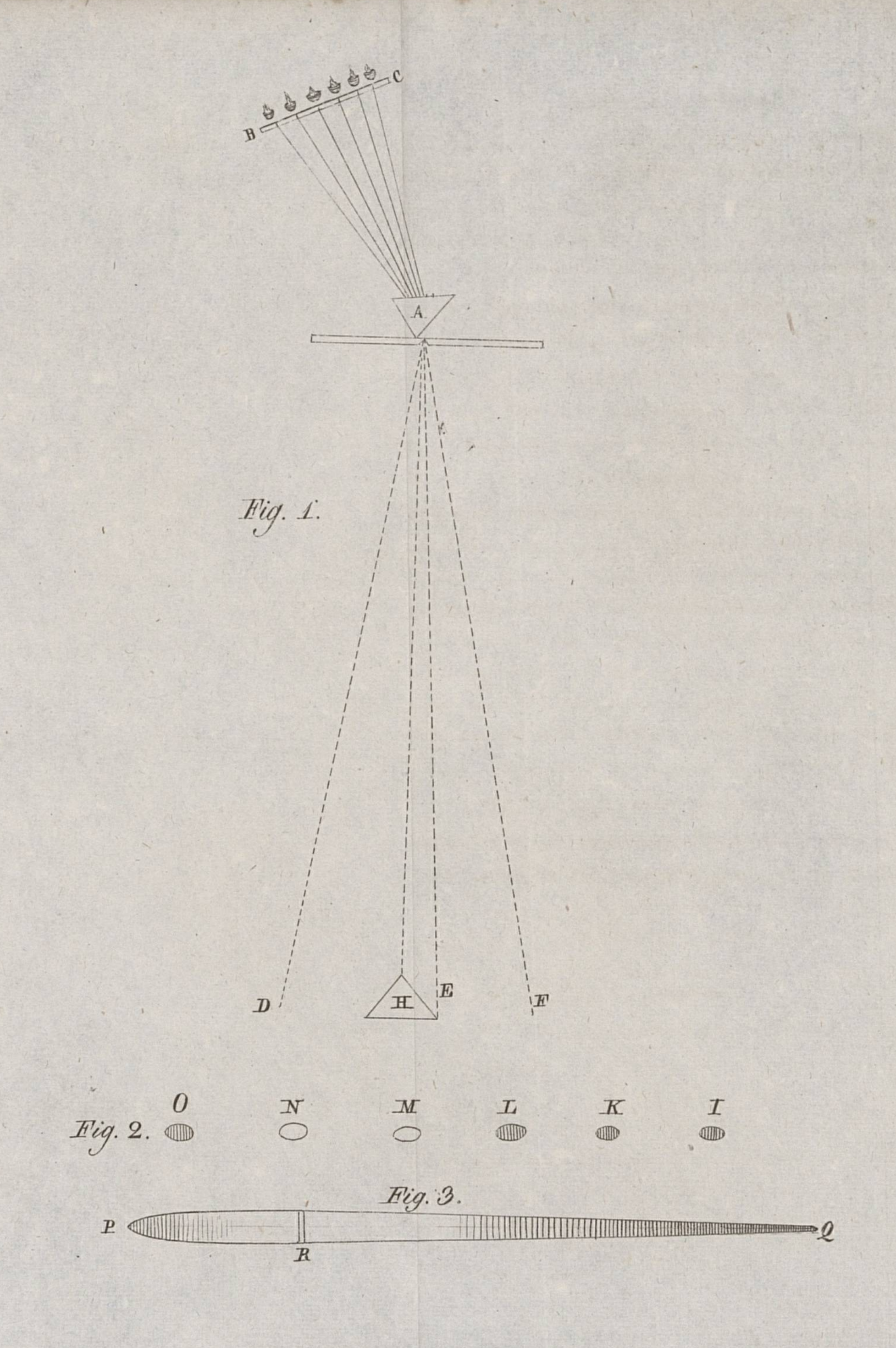
POLICE MÉDICALE.

ARTS MÉCANIQUES.

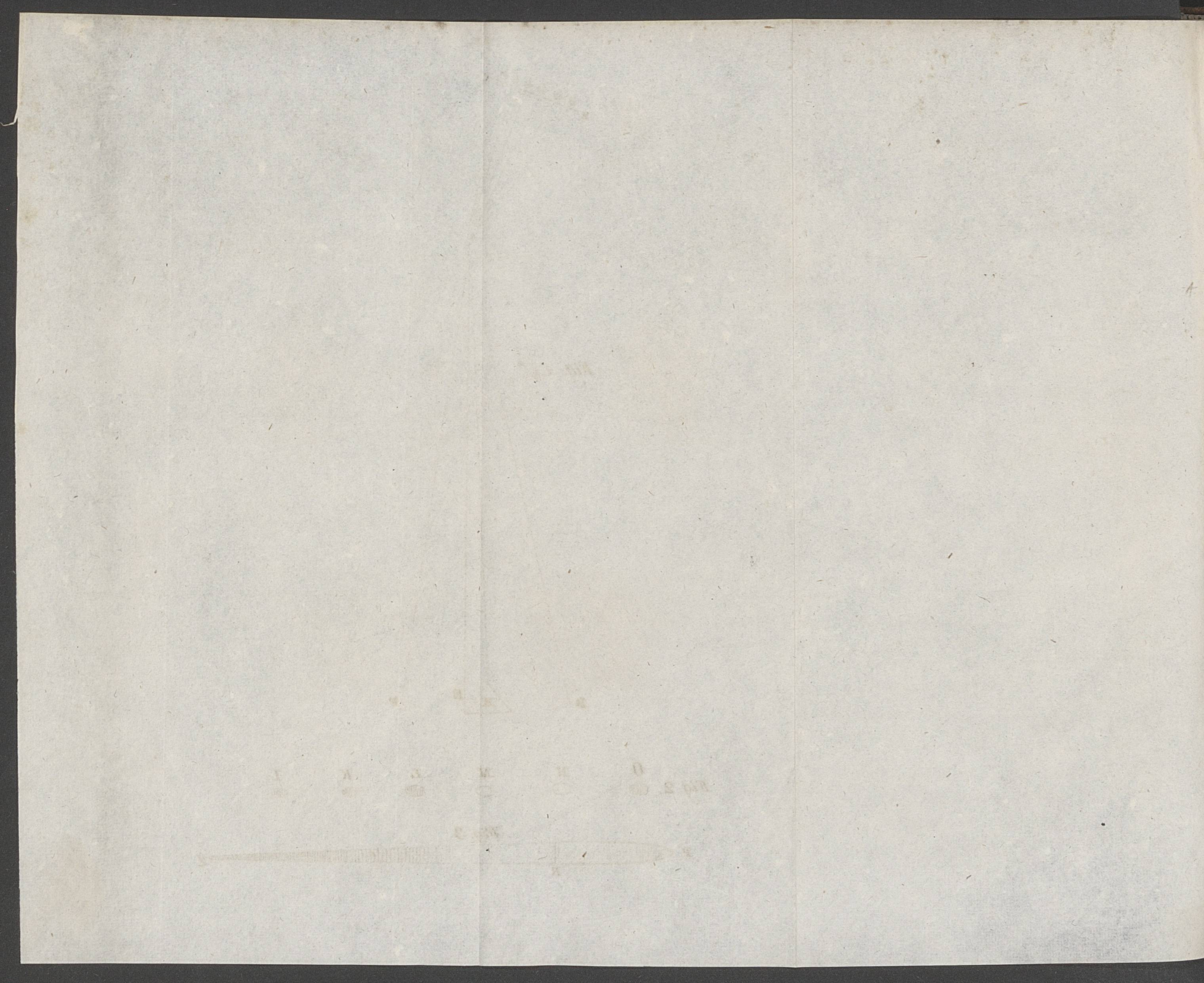
ARTS INDUSTRIELS.

MÉLANGES.

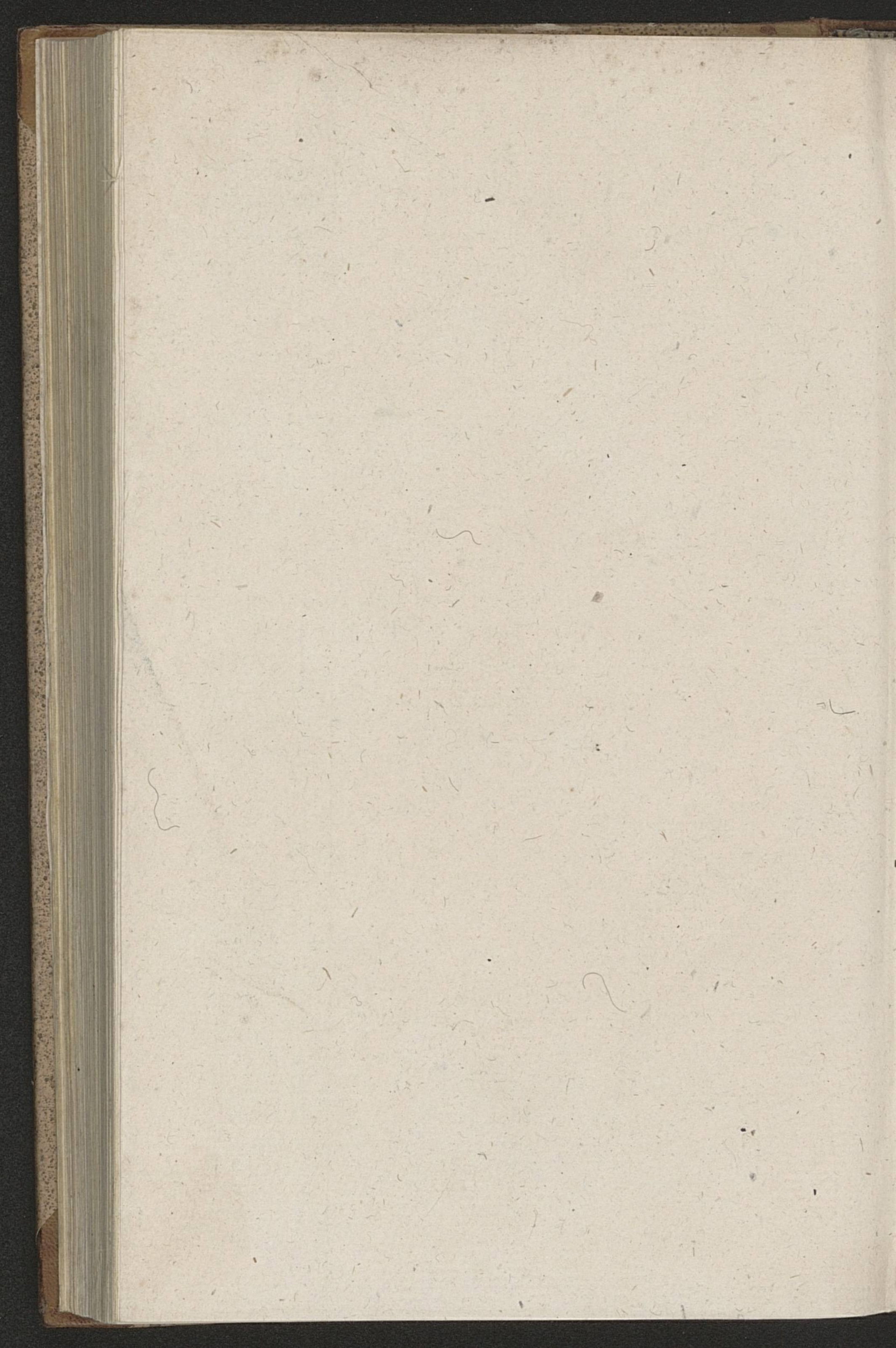
Fin de la Table des Articles contenus dans le trentième volume de la partie intitulée : SC. ET ARTS.

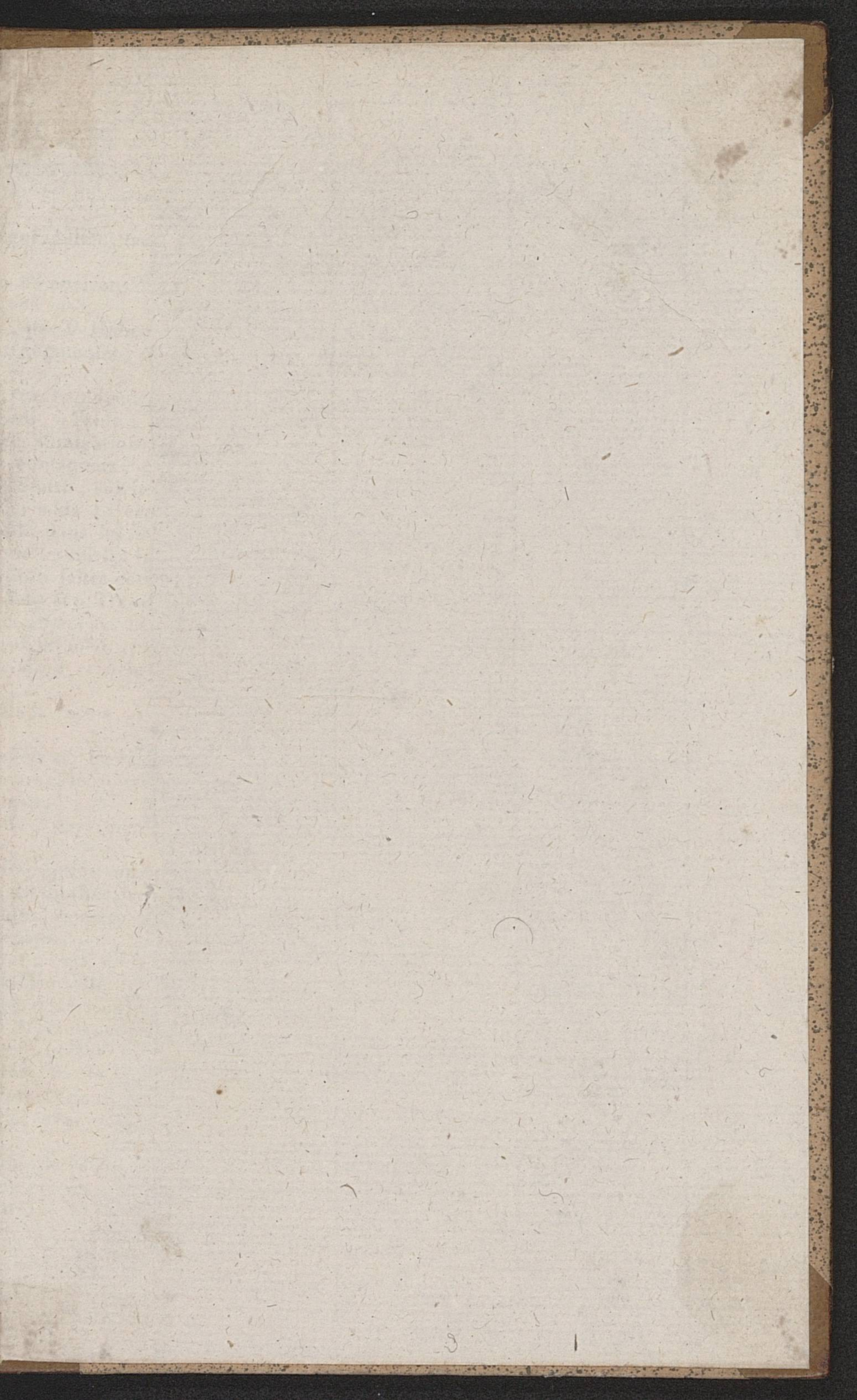


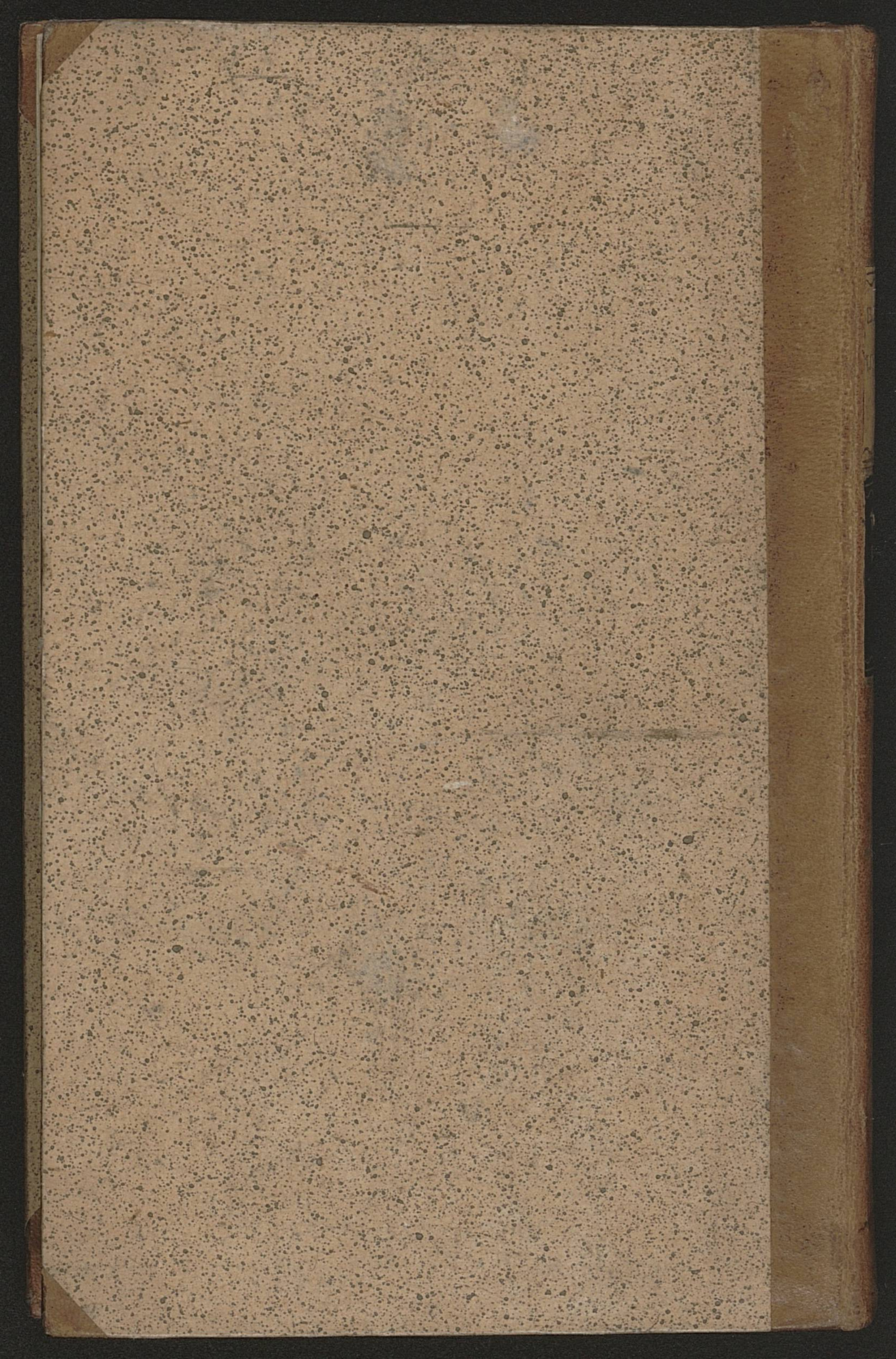
B
C
A
Fig. 1.
D
H
E
F
O
N
M
L
K
I
Fig. 2.
Fig. 3.
P
R
Q











BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
1825

SCIENCES ET ARTS
30



inches

centimeters

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 (A)	12	13	14	15
L*	39.12	65.43	49.87	44.26	55.56	70.82	63.51	39.92	52.24	97.06	92.02	87.34	82.14	72.06	62.15
a*	13.24	18.11	-4.34	-13.80	9.82	-33.43	34.26	11.81	48.55	-0.40	-0.60	-0.75	-1.06	-1.19	-1.07
b*	15.07	18.72	-22.29	22.85	-24.49	-0.35	59.60	-46.07	18.51	1.13	0.23	0.21	0.43	0.28	0.19
Density										0.04	0.09	0.15	0.22	0.36	0.51

	16 (M)	17	18 (B)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
L*	49.25	38.62	28.86	16.19	8.29	3.44	31.41	72.46	72.95	29.37	54.91	43.96	82.74	52.79	50.87
a*	-0.16	-0.18	0.54	-0.05	-0.81	-0.23	20.98	-24.45	16.83	13.06	-38.91	52.00	3.45	50.88	-27.17
b*	0.01	-0.04	0.60	0.73	0.19	0.49	-19.43	55.93	68.80	-49.49	30.77	30.01	81.29	-12.72	-29.46
Density	0.75	0.98	1.24	1.67	2.04	2.42									

D50 Illuminant, 2 degree observer

Golden Thread

Colors by Munsell Color Services Lab

Don Williams